



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIDAD SONIDO E IMAGEN

Título del Proyecto:

**ELABORACIÓN DE UN VIDEOCLIP MEDIANTE LAS TÉCNICAS DE 3D, TIME-
LAPSE Y HDR CON POSTERIOR POSTPRODUCCIÓN CON CINEMA 4D Y
AFTER EFFECTS**

Alumno:

Asier Salvo Borda

Tutor:

Mikel Sagúes García

10 septiembre 2012

INDICE:

1. Introducción y objetivos	1
2. Time Lapse	4
2.1. ¿Qué es Time-Lapse?	4
2.1.1. <i>Definición</i>	4
2.1.2. <i>Terminología</i>	5
2.1.3. <i>Historia del Time-Lapse</i>	5
2.2. ¿Cómo funciona el Time-Lapse?	6
2.2.1. <i>Métodos</i>	6
2.2.1.1. Diferencias	7
2.2.2. <i>¿Cómo realizamos un Time-Lapse?</i>	7
2.2.2.1. Intervalometro	8
2.2.2.2. Equipamiento básico	9
2.2.2.3. Proceso	10
2.2.2.3.1. <i>Posicionar la cámara</i>	10
2.2.2.3.2. <i>Encuadrar y enfocar</i>	10
2.2.2.3.3. <i>Tiempo de exposición</i>	11
Determinar el tiempo de Exposición	12
2.2.2.3.4. <i>Crear el vídeo</i>	13
2.2.2.4. Time-Lapse con larga exposición	13
2.3. ¿Qué necesitamos?	15
2.3.1. <i>Software</i>	15
2.3.1.1. Adobe Photoshop	15
2.3.1.2. Adobe After Effects	21
2.3.1.2.1. <i>Crear Time-Lapse con After Effects</i>	21
2.3.1.2.2. <i>Edición básica de las fotografías</i>	26
2.3.1.3. Virtual Dub	30
2.3.1.4. The Photographer Efemerics	33
2.3.2. <i>Equipo</i>	33
2.3.2.1. Cámaras	33
2.3.2.2. Trípodes	34
2.3.2.3. Intervalometro	35
2.3.2.4. Motiontimer	35
2.4. Como empezar, elementos básicos	36
2.4.1. <i>Planificación</i>	36
2.4.2. <i>Elementos básicos</i>	37
2.4.3. <i>Ajustes básicos de la cámara</i>	37
2.4.4. <i>Live View</i>	37
2.4.5. <i>Distancia Hiperfocal</i>	37
2.4.5.1. <i>Calculo de la distancia Hiperfocal</i>	38
2.4.6. <i>Flickeos</i>	40

2.5. Técnicas de Time-Lapse	40
2.5.1. <i>Light Painting</i>	40
2.5.1.1. Herramientas	41
2.5.1.1.1. <i>Lentes</i>	41
2.5.1.1.2. <i>Flash</i>	41
2.5.1.1.3. <i>Luces</i>	41
2.5.1.1.4. <i>Colores</i>	41
2.5.1.1.5. <i>Otras herramientas</i>	41
2.5.1.2. Técnica	42
2.5.1.3. Los elementos	42
2.5.1.4. Configuración	42
2.5.1.4.1. <i>Balance de Blancos</i>	42
2.5.1.4.2. <i>Enfocar</i>	42
2.5.1.4.3. <i>Velocidad de obturación lenta</i>	42
2.5.2. <i>Tilt Shift</i>	43
2.6. Etalonaje	44
2.6.1. <i>El proceso de Etalonaje</i>	45
2.6.1.1. Correcciones Primarias	45
2.6.1.2. Correcciones Secundarias	45
2.6.1.3. Filtros y efectos	46
2.6.2. <i>Herramientas</i>	46
2.6.2.1. Ruedas de color	46
2.6.2.2. Curvas de niveles	46
2.6.2.3. Parade o curvas de luminosidad	46
2.6.2.4. Vectorscope	47
2.6.3. <i>Programas para el Etalonaje</i>	47
2.7. ¿Qué usos le podemos dar?	47
2.7.1. <i>Publicidad</i>	47
2.7.2. <i>Programas de TV</i>	47
2.7.3. <i>Eventos</i>	48
2.7.4. <i>Seguimiento de obras</i>	48
2.7.5. <i>Naturaleza</i>	48
2.7.6. <i>Promoción Turística</i>	48
2.7.7. <i>Time-Lapse creativo</i>	48
2.8. Material adicional	49
2.8.1. <i>Páginas web destacables</i>	49
2.8.2. <i>Videos destacables</i>	49
3. HDR	50
3.1. ¿Qué es el HDR?	50
3.2. Historia del HDR	50
3.3. Rango Dinámico	51
3.3.1. <i>Valor de exposición</i>	51

3.3.2. Puntos de diafragma (<i>f</i> -stops)	52
3.3.3. Rango dinámico:	52
3.3.3.1. Expresar el rango dinámico	53
3.3.3.1.1. Expresión lineal	53
3.3.3.1.2. Expresión logarítmica	53
3.3.3.1.3. Convertir rango dinámico lineal a EV	54
3.3.3.2. Rango dinámico digital	54
3.3.3.3. Gamma lineal en la imagen digital	55
3.3.3.4. Límites del Rango Dinámico	55
3.3.3.4.1. Limitación debida al número de bits del archivo RAW	55
3.3.3.4.2. Limitación debida al ruido	56
3.3.3.5. Influencia del ISO en el rango dinámico	57
3.3.4. Derecheo del Histograma	57
3.4. Bracketing	58
3.4.1. ¿Qué es el Bracketing?	58
3.4.2. Tipos de Bracketing:	59
3.4.2.1. Exposición	59
3.4.2.2. Enfoque	59
3.4.2.3. De Balance de Blancos	60
3.4.2.4. De Flash	60
3.5. Tone Mapping	60
3.5.1. Objetivos y métodos.	60
3.5.2. Generar un Tone Mapping.	61
3.6. HDR a partir de una sola fotografía	62
3.6.1. Ghosting	62
3.7. Digital Blending	62
3.7.1. ¿Qué es el Digital Blending?	62
3.7.2. Aplicar el Digital Blending	63
3.7.2.1. Digital Blending con Photoshop	63
3.8. Diferentes maneras de realizar un HDR:	64
3.8.1. Cámaras con varios sensores	64
3.8.1.1. 2 sensores	64
3.8.1.1.1. Sensor Super CCD	64
3.8.1.1.2. Sensor Super CCD SR	65
3.8.1.1.3. HDR en la cámara.	66
3.8.2. 3 sensores	69
3.8.2.1. AMP	70
3.8.2.1.1. Sistema de adquisición HDR	70
Sistema óptico	72
3.8.2.1.2. Algoritmo	73
Campo de aplicación	73
El Algoritmo propuesto	75
Implementando el sistema.	78
3.8.2.2. goHDR	79
3.8.2.2.1. goHDR Media Player	80

3.8.2.2.2.	<i>goHDR Media Encoder</i>	81
3.8.2.2.3.	<i>Actualidad</i>	82
3.8.3.	<i>Dos cámaras diferentes</i>	82
3.8.4.	<i>Video con HDR</i>	83
3.8.5.	<i>Software, Pseudo-HDR</i>	84
3.8.5.1.	<i>Magic Lantern</i>	84
3.8.5.2.	<i>Flare</i>	85
3.9.	HDR to MPEG	85
3.10.	Software para HDR	87
3.10.1.	<i>Photomatix</i>	87
3.10.1.1.	Beneficios	88
3.10.1.1.1.	<i>Ahorro en el equipo de iluminación:</i>	88
3.10.1.1.2.	<i>Grandes fotografías en días nublados:</i>	88
3.10.1.1.3.	<i>Ahorro de tiempo en el post-procesado:</i>	88
3.10.1.1.4.	<i>Panorámicas bien expuestas:</i>	88
3.10.1.2.	Proceso de Fusión	88
3.10.1.2.1.	<i>Strength</i>	88
3.10.1.2.2.	<i>Color Saturation</i>	89
3.10.1.2.3.	<i>Luminosity</i>	89
3.10.1.2.4.	<i>Microcontrast</i>	89
3.10.1.2.5.	<i>Smoothing</i>	89
3.10.1.2.6.	<i>Tone Settings</i>	89
3.10.1.2.7.	<i>Color Settings</i>	90
3.10.1.2.8.	<i>Miscellaneous Settings</i>	90
3.10.2.	<i>Otpfsgui</i>	90
3.10.2.1.	Características compatibles	91
3.10.2.2.	Manejo	91
3.10.3.	<i>Dynamic Photo HDR</i>	91
3.10.3.1.	Aspectos a destacar	91
3.10.3.2.	Tutorial	92
3.11.	Aplicaciones:	92
3.11.1.	<i>Infografía 3D</i>	92
3.11.1.1.	Image Based Lighting	92
3.11.1.1.1.	<i>Pasos básicos de IBL</i>	93
3.11.2.	<i>Time-Lapse</i>	93
3.11.2.1.	Pasos básicos para realizar un HDR Time-Lapse	93
3.12.	Mitos del HDR:	94
3.12.1.	<i>Es necesario que nuestra cámara disponga de modo Bracketing</i>	94
3.12.2.	<i>Necesitamos un trípode para hacer HDR</i>	94
3.12.3.	<i>Solo podemos hacer fotografías HDR con una cámara Réflex</i>	94
3.12.4.	<i>Podemos hacer HDR a partir de un único RAW</i>	95
3.12.5.	<i>El HDR da interés a una fotografía</i>	95
4.	Vídeo 3D	96
4.1.	Introducción	96

4.2. Tridimensional	96
4.3. ¿Qué aporta el 3D?	96
4.4. Historia, 50 vs Ahora	97
4.5. Estereoscopia	98
4.5.1. <i>Terminología</i>	99
4.5.2. <i>Técnicas tradicionales</i>	99
4.5.2.1. Anaglifos	99
4.5.2.2. Sistema ChromaDepth	99
4.5.2.3. Efecto Pulfrich	99
4.6. Percepción: Rangos y Limites	100
4.6.1. <i>Resolución 2D y Resolución de profundidad 3D:</i>	100
4.6.2. <i>Distancia máxima y mínima:</i>	100
4.6.3. <i>Límites de convergencia y decorrelación de acomodación:</i>	100
4.6.4. <i>Limite de Rango de fusión:</i>	100
4.7. Cámaras 3D:	101
4.7.1. <i>General</i>	101
4.7.1.1. Funcionamiento	101
4.7.2. <i>Bumblebee 2</i>	101
4.7.2.1. Especificaciones Técnicas	101
4.7.2.1.1. <i>Sensor</i>	102
Sensor de Imagen CCD	102
Sensor ICX204	102
<i>El escaneo progresivo</i>	103
<i>Características</i>	104
<i>Estructura</i>	104
4.7.2.1.2. <i>Distancia Focal</i>	105
Angulo de visión	105
Distancia Focal Bumblebee	107
4.7.2.1.3. <i>Apertura</i>	107
4.7.2.1.4. <i>Balance de Blancos</i>	107
Los modos del balance de blancos	108
Balance de Blancos Manual	108
4.7.2.1.5. <i>Interfaz de Usuario</i>	108
IEEE 1394	109
GPIO	110
4.7.2.1.6. <i>Especificaciones de la cámara</i>	110
IIDC	110
DCAM	111
4.7.2.1.7. <i>Procesamiento de Imagen</i>	112
Formatos	112
YUV	112
RGB	113
Controles de Cámara	113
Resolución	113
Matiz	114

<i>Saturación</i>	114
<i>Gamma</i>	115
4.7.2.1.8. <i>Memoria interna</i>	115
4.7.2.1.9. <i>Señal de Video</i>	116
Formato	116
<i>Format_7</i>	116
<i>RAW</i>	116
Cinepak	117
<i>Versiones</i>	118
4.7.2.2. <i>Funcionalidades Point Grey</i>	118
4.7.2.2.1. <i>TriclopsStereo SDK</i>	118
4.7.2.2.2. <i>FlyCapture SDK</i>	118
4.7.2.2.3. <i>Censys3D SDK</i>	119
4.7.2.3. <i>Desarrollo Bumblebee 2</i>	119
4.7.2.3.1. <i>Visión Estereoscópica</i>	119
4.7.2.3.2. <i>Tecnología PointGrey</i>	120
4.7.2.3.3. <i>Procesamiento imagen</i>	120
4.8. Software Estereoscópico	121
4.8.1. <i>Sony Vegas Pro 11</i>	121
4.8.1.1. <i>Área de Trabajo</i>	121
4.8.1.2. <i>Proyecto 3D Estereoscópico</i>	123
4.8.2. <i>Adobe AfterEffects</i>	126
4.8.2.1. <i>Rig de Cámara 3D</i>	126
4.8.2.2. <i>Gafas 3D</i>	127
5. Producción del Vídeo	129
5.1. Introducción	129
5.2. ¿Qué es en teoría?	129
5.2.1. <i>Preproducción</i>	129
5.2.1.1. <i>Idea</i>	130
5.2.1.2. <i>Escaleta</i>	131
5.2.1.3. <i>Guión</i>	131
5.2.1.4. <i>Medios necesarios</i>	133
5.2.1.5. <i>Storyboard</i>	133
5.2.1.6. <i>Plan de grabación</i>	133
5.2.2. <i>Producción</i>	134
5.2.3. <i>Postproducción</i>	135
5.2.3.1. <i>¿Qué es la Postproducción de Vídeo?</i>	135
5.2.3.1.1. <i>Concepto</i>	135
5.2.3.1.2. <i>Definición</i>	135
5.2.3.1.3. <i>Proceso de Postproducción</i>	136
<i>Captura del material filmado</i>	136
<i>Digitalización de fotografías</i>	136
<i>Edición de vídeo</i>	136
<i>Edición de audio</i>	137
<i>Reunión de Postproducción</i>	137
<i>Formato final</i>	137

5.2.3.2.	Postproducción vs. Postproducción Digital	137
5.2.3.2.1.	<i>Mitos</i>	137
5.2.3.2.2.	<i>Reflexión</i>	141
5.2.3.3.	Postproducción Digital	141
5.2.3.3.1.	<i>Termino Digital</i>	141
5.2.3.3.2.	<i>Historia</i>	141
	1980	142
	1990	143
5.2.4.	<i>Iluminación</i>	144
5.2.4.1.	¿Qué es la luz?	144
5.2.4.1.1.	<i>Iluminación</i>	144
5.2.4.1.2.	<i>Iluminación en el cine</i>	144
5.2.4.2.	Tipos de luz	144
5.2.4.2.1.	<i>Luz dura</i>	144
5.2.4.2.2.	<i>Luz blanda</i>	145
5.2.4.3.	Objetivos de la iluminación	145
5.2.4.3.1.	<i>Iluminación estructural</i>	145
5.2.4.3.2.	<i>Iluminación ambiental</i>	145
5.2.4.4.	Colocación foco de luz	145
5.2.4.4.1.	<i>Según la cámara</i>	146
	<i>Iluminación frontal</i>	146
	<i>Formando ángulo con el foco de luz</i>	147
	<i>Luz lateral, iluminación de bordes</i>	147
	<i>Contraluz</i>	147
5.2.4.4.2.	<i>Según inclinación del foco</i>	147
5.2.4.5.	Tipos de Lámparas	148
5.2.4.5.1.	<i>Incandescentes</i>	148
	<i>Incandescencia</i>	148
	<i>Características de una lámpara incandescente</i>	149
	Características cromáticas	149
	<i>Temperatura de color</i>	149
	<i>Rendimiento de color medido con el IRC</i>	149
	<i>Tipos</i>	150
	Convencionales	150
	Photoflood	150
	Luz concentrada	150
	Halógenas	150
5.2.4.5.2.	<i>No incandescentes</i>	150
	<i>Fluorescentes</i>	151
	<i>De arco de carbono</i>	151
	<i>LED</i>	151
	<i>Metal Halógenas (HMI)</i>	151
5.2.4.6.	Según su encapsulado	152
5.2.4.6.1.	<i>Fresnel</i>	152
5.2.4.6.2.	<i>Open face</i>	152
5.2.4.6.3.	<i>Soft Light</i>	152
5.2.4.7.	Consideraciones	152
5.3.	¿Qué es en la práctica?	153
5.3.1.	<i>Preproducción</i>	153
5.3.1.1.	Esquema	154
5.3.1.2.	Desarrollo	155

5.3.1.3.	Materiales	156
5.3.1.4.	Storyboard	157
5.3.1.5.	Lugares de grabación	165
5.3.1.6.	Plan de trabajo	166
5.3.2.	Producción	168
5.3.2.1.	Disposición de los elementos	168
5.3.2.2.	Plan de desarrollo	171
5.3.3.	Postproducción	178
5.3.3.1.	Cinema 4D	178
5.3.3.1.1.	Módulos	178
	<i>Advanced Render</i>	178
	<i>Dynamics</i>	179
	<i>Mocca</i>	179
	<i>Hair</i>	179
	<i>Thinking Particles</i>	179
	<i>MoGraph</i>	179
5.3.3.1.2.	Uso de Cinema 4D	179
5.3.3.2.	SynthEye	185
5.3.3.2.1.	Características	186
5.3.3.2.2.	Uso de SynthEye	186
5.3.3.3.	Aplicaciones	188
5.3.3.3.1.	Pyrocluster Particles	188
5.3.3.3.2.	Tracking	188
	<i>Eye tracking</i>	188
	<i>Match Moving</i>	188
	<i>Tracking</i>	189
5.3.3.4.	Adobe After Effects	189
5.3.3.4.1.	¿Qué es?	189
5.3.3.4.2.	Elementos utilizados	190
	<i>Keylights</i>	190
	<i>Línea de tiempo y keyframes</i>	190
5.3.3.4.3.	Uso de After Effects	194
5.3.3.5.	Adobe Premiere	196
5.3.3.5.1.	¿Qué es?	196
5.3.3.5.2.	Elementos utilizados	197
	<i>Línea de tiempo</i>	197
	<i>Edición básica</i>	200
	Inicio o apertura de un proyecto	200
	Capturar e importar un vídeo y/o audio	200
	Ensamblar y precisar secuencias	201
	Agregar títulos	202
	Agregar transiciones y efectos	203
	Mezclar audio	204
	Exportación	204
5.3.3.5.3.	Uso de Premiere	205
5.3.4.	Iluminación	205
5.3.4.1.	Plan de Iluminación	206
5.3.4.2.	Modificaciones	208

6. Conclusiones

212

7. Bibliografía	215
7.1. Libros	215
7.2. Manual	215
7.3. Publicaciones	215
7.4. Contenido Web	215
7.5. Material Multimedia	230
7.6. Lista de Acrónimos	232

1. Introducción y objetivos

Este Proyecto Final de Carrera, realizado por el alumno Asier Salvo Borda, estudiante de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones especialidad Sonido e Imagen, versa sobre la realización de un videoclip mediante el uso de las novedosas técnicas de *Time-Lapse*, *HDR* y *3D*, utilizando posteriormente *Cinema 4D*, *After Effects* y *Premiere Pro* para realizar la postproducción de dicho vídeo.

El atractivo que suponen las nuevas técnicas así como la posibilidad de poder llegar a juntarlas en un único vídeo fueron el detonante y la motivación más importante a la hora de enfrentarnos a la realización de este proyecto.

Se trata de desarrollar tanto teóricamente como en la practica las diferentes técnicas mencionadas en el desarrollo de la canción '*Real Love*' del grupo '*Delorean*', mezclando cada uno de los retos tecnológicos que supone implementarlas en conjunto, desarrollándolas junto con la parte artística, elemento importante a la hora de dar cohesión a todas las partes a la vez.

Hemos investigado cada técnica, desde sus orígenes y base técnica, desarrollandolas lo qué son, tanto teórica como prácticamente, para ser capaces de implementarlas conjuntamente en el vídeo final. Además, hemos investigado y aprendido en qué y cómo consisten los programas mencionados para poder utilizarlos en postproducción.

En cuanto a la postproducción, la hemos dividido en dos partes importantes. Por una parte, hemos realizado el desarrollo de un guión teórico del mismo, y por el otro, el desarrollo de un guión práctico, que a su vez esta dividido en dos. Dentro del guión práctico destacamos, por una parte, el desarrollo de un modelado de texturas y partículas, y por otra un tracking de vídeo e implementación de un logo modelado en los puntos de referencia del vídeo *trackeado*.

Este Proyecto Final de Carrera esta dividido en 7 grandes capítulos, en los cuales desarrollamos 4 objetivos. Cada uno de los cuales consiste en el conocimiento, estudio, investigación e implementación de cada una de las técnicas investigadas y desarrolladas, para finalmente aunarlos en la realización de un único vídeo, en donde queden patentes todas las técnicas investigadas. A continuación, mencionaremos y explicaremos más detalladamente cada uno de los objetivos desarrollados en el proyecto.

Cada uno esta desarrollado teóricamente al inicio, para pasar a desarrollar la parte práctica en la parte final. Cada técnica ha sido desarrollada desde su propia definición, historia, base y sus elementos, aplicaciones practicas, programas y/o material necesario para llevarla a cabo y se incluyen, además, consejos y material multimedia prácticos, disponibles todos ellos en el DVD adjunto.

Dentro de la estructura global de 7 capítulos el primer objetivo desarrollado, situado en el segundo capitulo, es la técnica fotográfica denominada *Time-Lapse*. Hemos desarrollado este primer objetivo en seis partes importantes. Hemos definido y situado qué es el *Time-Lapse*, descrito cómo funciona (los métodos y su realización), qué necesitamos para su realización, los elementos básicos, sus diferentes técnicas y los usos que le podemos dar. Además, hemos aportado material multimedia importante, tanto paginas webs de consulta como video-tutoriales para la mejor comprensión de la propia técnica, disponibles todos y cada uno de ellos.

En el siguiente capítulo, el tercero, hemos desarrollado el segundo objetivo, la técnica HDR (*High Definition Range*). En este caso, hemos dividido la técnica en siete partes diferentes. Para empezar, la hemos definido y situado históricamente. Seguidamente, hemos explicado qué es y qué significa el rango dinámico y las subtécnicas incluidas dentro del HDR, que se desarrollan a partir de ella, como el *Bracketing*, el *Tone Mapping*, HDR a partir de una sola fotografía y el *Digital Blending*. Hemos explicado las diferentes maneras técnicas necesarias para realizar un HDR, los diferentes software's para HDR, dos aplicaciones del HDR y los mitos del mismo.

Puesto que la cámara utilizada para la realización del vídeo resulta un elemento muy importante, y no solamente por el hecho de ser el instrumento con el cual hemos grabado el vídeo, sino por formar parte de uno de los objetivos desarrollados y ser parte integrante del estudio de la tercera técnica, el 3D, hemos creído muy importante desarrollar un único apartado sobre la cámara en cuestión, la '*Bumblebee2*' de *Point Grey*. Este apartado se encuentra en el capítulo 4, dentro de la tercera técnica.

En esta tercera técnica investigada, y tercer objetivo, el 3D, tal y como hemos mencionado anteriormente, hemos explicado ampliamente la cámara en 3D *Bumblebee 2*. Además, hemos descrito la tridimensionalidad y lo que supone el 3D, hemos realizado una comparación histórica entre el 3D desarrollado en los años 50 y el de ahora, y hemos descrito la estereoscopia y rangos y límites de la percepción.

En cuanto a las cámaras, primeramente hemos creído importante realizar una pequeña introducción general acerca de las cámaras 3D antes de centrarnos en la completa descripción de nuestra *Bumblebee2*. Por último, hemos investigado las partes involucradas en el desarrollo de vídeos 3D en los software de edición no lineal de vídeo *Sony Vegas* y *After Effects*.

El desarrollo de nuestro último objetivo consiste en juntar todo y, además, aplicar las técnicas mencionadas anteriormente en postproducción. Para ello, hemos dividido el último objetivo en dos grandes grupos, por una parte, el grupo teórico y por otra parte el grupo práctico. Ambos grupos están divididos de la misma manera que dividimos el desarrollo de todo producto y proyecto audiovisual, es decir, en *Preproducción*, *Producción*, *Postproducción* y un último apartado de *iluminación*. En la parte teórica se explicarán estos elementos de manera teórica, mientras que en la parte práctica realizaremos todo el trabajo desarrollado en la propia preproducción del vídeo, el rodaje en sí, la iluminación y finalmente la postproducción y montaje final del vídeo, todo ello desglosado en el capítulo 5, primeramente la teoría y seguidamente la práctica.

En la parte teórica desarrollaremos los elementos más importantes de la preproducción, explicando aquellos elementos básicos necesarios que requiere todo proyecto audiovisual para su correcta planificación y planteamiento estructural, parte muy importante dentro de la realización de un proyecto audiovisual sea de la envergadura que sea. En la producción explicaremos los elementos necesarios para el correcto desarrollo de todo rodaje, si bien esta parte es mucho más técnica que teórica, hemos creído importante explicarla. En cuanto a la postproducción, definiremos lo qué es y cual es el proceso necesario para llevarlo a cabo, haremos una comparativa entre Postproducción y Postproducción Digital y, por último, situaremos históricamente el desarrollo de la postproducción a lo largo de la historia.

En cuanto a la iluminación, definiremos qué es la luz, la iluminación y los tipos de luz, describiremos los objetivos de la iluminación, los tipos de lámparas existentes y además, explicaremos lo que supone la colocación del foco de luz, en cuanto a la cámara y a la propia inclinación del foco. Por último, damos unas consideraciones importantes en cuanto a la iluminación, elementos importantes a tener en cuenta.

En la parte práctica, desarrollamos los elementos descritos en la teoría, pero en la práctica, y desarrollando nuestro vídeo, es decir, describimos por partes lo realizado en la preproducción, producción, iluminación y final postproducción de nuestro vídeo.

Hemos descrito un desarrollo, esquema y un *storyboard*, así como definido un plan de trabajo y descrito los materiales y lugares de trabajo propuestos, todo ello dentro de la preproducción, estructurando claramente todos aquellos elementos necesarios que necesitábamos a la hora de la realización del vídeo. Una buena planificación es fundamental a la hora de obtener un correcto desarrollo de nuestro proyecto audiovisual.

En la producción, o rodaje, hemos descrito la disposición de los elementos utilizados para la realización del vídeo, el plan de desarrollo de la estructura de trabajo propuesta en preproducción, así como todos los elementos y/o incidentes acaecidos durante el proceso de rodaje. En esta fase de producción producimos el vídeo propiamente dicho, apuntando y señalando todos los posibles problemas surgidos.

En cuanto a la postproducción, hemos descrito los programas utilizados para ello, como son *Cinema 4D*, *SynthEyes*, *After Effects*, *Premiere Pro*, así como las aplicaciones más importantes utilizadas, es decir, las mencionadas '*Pyrocluster Particles*' y el '*Tracking*'. En cada apartado hemos situado y descrito qué es y qué supone cada programa, haciendo hincapié en los elementos utilizados, para finalizar describiendo la realización práctica de los mismos en nuestro proceso.

La iluminación, por último, la hemos dividido en dos partes. Por una parte, hemos realizado una preproducción de la misma, planteando la iluminación necesaria y que creíamos más adecuada para nuestro vídeo, apuntando y describiendo en la segunda parte aquellas modificaciones realizadas a la estructura original.

Para finalizar, antes de dar pie a desarrollar los objetivos marcados, tenemos que destacar, tal y como hemos mencionado anteriormente, la importancia de nuestro DVD adjunto. Es decir, durante los siguientes capítulos vamos a poder encontrar sucesivas referencias multimedia, a publicaciones, tanto online como de papel, todas ellas bien organizadas y almacenadas y disponibles, para su consulta, en el DVD adjunto. Hemos querido documentar toda la información recopilada durante el proceso de investigación de las diferentes técnicas manteniéndola disponible para su consulta en todo momento.

Nuestro DVD se encuentra organizado de la misma manera que hemos organizado este proyecto y esta memoria, es decir, dentro de una carpeta global denominada *PFC*, podemos encontrar 4 grandes carpetas, cada una correspondiente a un objetivo, a una técnica. Dentro de cada una de estas carpetas podemos encontrar las siguientes carpetas: *Material*, en donde encontraremos todos los artículos y publicaciones, tanto online como de editorial, que hemos utilizado; *Páginas Web*, carpeta en donde podemos encontrar todas aquellas páginas web a las cuales hemos ido haciendo referencia; *Multimedia*, carpeta en donde podemos consultar todo el material multimedia utilizado, desde vídeos hasta imágenes; *Tutoriales*, carpeta en donde podemos consultar los tutoriales referenciados en cada caso.

En la bibliografía, las direcciones de cada uno de los elementos incluidos en el DVD se encuentran en la cuarta línea de cada uno de los puntos asignados en tal caso, con la siguiente estructura: '*PFC/Time Lapse/Material/TimeLapse ENG.pdf*'.

2. Time Lapse

2.1. ¿Qué es Time-Lapse?

2.1.1. Definición

Cuando se nos presenta una secuencia de imágenes a una velocidad suficientemente rápida la sensación de continuidad a la cual las percibimos es debida a la acción conjunta de la *Persistencia* de las imágenes en la retina y al *Fenómeno Phi*.

La *Persistencia*, definida por Max Wertheimer en la Psicología de la Gestalt en 1912, es el fenómeno visual que consiste en que la percepción de las imágenes se mantiene durante unas fracciones de segundo después de que ha desaparecido la propia excitación [Tar00].

Mediante la persistencia se demuestra como una imagen permanece en la retina humana 0.1 seg antes de desaparecer por completo. Fenómeno que nos permite que veamos la realidad como una secuencia de imágenes ininterrumpidas y que podamos, de esta manera, calcular fácilmente la velocidad y dirección de un objeto que se desplaza. En el caso de que no existiese este fenómeno, veríamos pasar la realidad como sucesión de imágenes independientes y estáticas [WwkPer].

Por otra parte, el *Fenómeno Phi* es el fenómeno que nos permite interpolar movimientos de los que sólo disponemos información fraccionada y producir, de esta manera, la sensación de que son continuos. También es responsable de que interpretemos movimientos más complejos cuando se suceden secuencias de imágenes fijas que contienen información parcial del movimiento. Para una correcta sensación de continuidad del movimiento es necesario disponer de aproximadamente algo más de 18 imágenes por segundo.

Tenemos que aclarar que aunque tanto el Fenómeno Phi como la Persistencia de la retina intervienen conjuntamente en la percepción de continuidad de las imágenes, en sistemas como el cine o la televisión son conceptualmente distintas. El primero nos permite obtener sensación de que los movimientos son continuos, mientras que el segundo es el responsable de que observemos un nivel de iluminación constante, sin discriminar por ello la discontinuidad en la información [Tar00].

Para que nuestro ojo perciba una sensación de movimiento natural en un monitor o pantalla de TV, hemos de mostrar imágenes a una frecuencia de 25 fps, según el estándar PAL y 29'97 según NTSC. El cine, por el contrario, es más lento, con una velocidad de 24 fps [WwkTim2].

Time-Lapse es una técnica fotográfica que se basa en los mencionados efectos de '*Fenomeno Phi*' y '*Persistencia*'. Consiste en la captación de imágenes fijas que posteriormente son reproducidas a una mayor velocidad de la que fueron tomadas, creando, de esta manera, la ilusión de imágenes aceleradas y en movimiento. Secuencia de vídeo acelerada, donde los acontecimientos suceden a una velocidad mucho más rápida de lo normal.

Podemos definirlo también como la técnica cinematográfica mediante la cual la frecuencia con que se capturan las imágenes de la película es mucho menor que el tiempo que se utilizara para reproducir la secuencia de nuevo.

Por ejemplo, podemos capturar una imagen de una escena una vez por segundo, y posteriormente, reproducir veinte imágenes por segundo. El resultado sería un aumento aparente de la velocidad en veinte veces [WtlTim].

Ortográficamente, la forma correcta sería escribir Time-Lapse, aunque también se admiten acepciones tales como Time Lapse y TimeLapse. Varios textos se refieren al Time-Lapse como “Cronofotografía”, en donde ‘*crono*’ viene del latín ‘*tiempo*’. El sistema Time-Lapse también puede denominarse como ‘Intervalómetro’.

La ciencia y el arte del Time-Lapse consisten en la manipulación del tiempo para acelerar los procesos. Time-Lapse consiste en tomar imágenes en movimiento en cualquier ritmo más lento que el estándar de 24 fps que se utiliza actualmente en la industria del cine [WspTim].

2.1.2. Terminología [WwkTim1]

La velocidad de fotogramas de una película Time-Lapse se puede variar prácticamente a cualquier nivel, desde una tasa normal de 24 fps (estándar PAL) y 29'97 fps (estándar NTSC) hasta el marco de una solo día, una semana o incluso más, dependiendo del objetivo.

El término Time-Lapse se puede aplicar al tiempo que el obturador de la cámara está abierto, durante la exposición de cada fotograma de la película (o vídeo) y también al control del tiempo entre cada fotograma utilizado. En la película, dependiendo de la complejidad de nuestro trabajo, ambos tipos de Time-Lapse pueden ser utilizados juntos.

Por ejemplo, en la filmación durante una noche estrellada, en donde las estrellas se mueven mientras que la tierra rota, es necesario el uso de ambas. Utilizaremos una larga exposición en cada fotograma para que la tenue luz de las estrellas se inscriba en la película. Y por otro lado, determinar un correcto tiempo entre fotogramas determinara el movimiento cuando veamos la película a una velocidad normal.

Dos claros ejemplos de estas dos técnicas son, por una parte, la secuencia de la película *The Adventures of Baron Munchausen* (1989) de Terry Giliam, y la película del animador de Los Angeles Mike Jittloy, *The Wizard of Speed and Time* (1980).

2.1.3. Historia del Time-Lapse [WwkTim1]

El primer uso del Time-Lapse data de 1897, en el film *Carrefour De L'Opera* de George Méliès, mientras que el pionero del Time-Lapse en cuanto a fenómenos biológicos data de una colaboración de Jean Comandon y Pathé Frères en 1909, por F. Percy Smith en 1910 y Roman Vishniac desde 1915 a 1918.

En la década de 1920 es pionera una serie de films denominados *Bergfilms*, con las montañas como temática, por Arnold Fanck, incluyendo el film de 1926 *The Holy Mountain*. Desde 1929 a 1931 destacan las primeras demostraciones de micrografía en el cine por R. R. Rife, que dejaron atónitos a los periodistas.

Pero ningún cineasta popularizo mas el Time-Lapse en la época que el Dr. John Ott, cuyo trabajo está documentado en el DVD *Exploring the Spectrum*. Comenzó su trabajo en los años 30, donde compro y construyo mucho equipamiento de Time-Lapse. Construyo un gigantesco invernadero de plantas, cámaras y automatizados sistemas eléctricos de control de movimiento para mover las cámaras con el cual seguiría el crecimiento de sus plantas. Durante

su trabajo en el invernadero creó una sinfonía virtual del movimiento en Time-Lapse, trabajo que fue presentado en el programa de TV *You asked for it*.

Ott descubrió que el movimiento de las plantas podría ser manipulado mediante la variación de la cantidad de agua que recibían las plantas y la variación de la temperatura de color de las luces de estudio. Descubrió que algunos colores hacían que las plantas florecieran y otro que diesen sus frutos. También descubrió maneras de cambiar el sexo de las plantas, variando solamente la temperatura de la fuente de luz. Mediante el uso de estas técnicas Ott creó la animación *El Baile*, animada con pistas de música pre-grabadas.

La cinematografía sobre las plantas de Ott aparece en documentales clásicos tales como *Secrets of Life* (1956) de Walt Disney. Además, Ott escribió varios libros sobre el Time-Lapse, tales como, *My Ivory Cellar* (1958) y *Health and Light* (1979).

Un importante creador de Time-Lapse a lo largo de la historia es el *Oxford Scientific Film Institute* de Oxford, Reino Unido. Instituto especializado en Time-Lapse y sistemas de Slow-Motion que ha desarrollado sistemas de cámara que pueden ir (y se mueven) a través de pequeños e imposibles lugares. Sus trabajos son mundialmente reconocidos y han aparecido en documentales de televisión y películas durante décadas.

Los aspectos más importantes de la labor de Oxford son, por ejemplo, en el uso del *slow-motion*, un trabajo sobre un perro que se sacude el agua el mismo o los primeros planos de gotas de agua que golpean a una abeja en una flor. En cuanto al Time-Lapse, destaca uno acerca de la descomposición de un ratón muerto.

El primer uso destacado de Time-Lapse en un largometraje es el que aparece en *Koyaanisqatsi* (1983), de Godfrey Reggio, que contenía mucho Time-Lapse en escenas de nubes, multitudes y en las ciudades filmadas. A destacar también el trabajo de Ron Fricke en el proyecto titulado *Cronos*, filmada con cámaras IMAX y otro trabajo del mismo director titulado *Baraka* (1992) realizado en su totalidad con película Todd-AO (70 mm).

Incontables películas, anuncios, programas de televisión y presentaciones han incluido y han desarrollado la técnica del Time-Lapse, sobre todo desde la creciente popularización de las cámaras DSLR.

2.2. ¿Cómo funciona el Time-Lapse?

2.2.1. Métodos [WwkTim2]

A la hora de realizar un Time-Lapse existen dos tipos de métodos diferentes. Bien grabando una secuencia de video o mediante el uso de fotografías.

Podemos grabar una secuencia con una cámara de vídeo y luego acelerar la película utilizando cualquier tipo de programa de edición de vídeo. O bien, captando imágenes a determinados intervalos de tiempo. Disparamos una fotografía cada cierto tiempo, y al unir esas imágenes obtenemos una película con el efecto de imagen acelerada característico del Time-Lapse.

Esto es posible porque tenemos en cuenta los dos fenómenos, *Persistencia* y *Fenómeno Phi*, comentados anteriormente. Para percibir una sensación de movimiento natural en un monitor o pantalla debemos de mostrar precisamente imágenes a un determinado ritmo por segundo.

2.2.1.1. Diferencias [WlcCom]

Puesto que se trata de dos técnicas diferentes, existen ciertas diferencias entre ellas, tanto materiales como de software.

La ventaja principal de realizar Time-Lapse con la técnica del video es que el obturador no sufre desgaste, mientras que podemos destacar una serie de desventajas. El consumo de energía es mucho más elevado en el video que en la fotografía, a si como el volumen de datos que vamos a manejar. En cuanto al volumen del equipo, si bien existe en la actualidad una menor diferencia en cuanto al volumen de los materiales de video en comparación con los fotográficos, normalmente el volumen del material de video suele ser superior. Teniendo en cuenta el proceso de grabación y transferencia al equipo de edición el material obtenido del video resulta más pesado.

En cuanto a la técnica de Time-Lapse utilizando fotografías tenemos que destacar que la resolución en las imágenes es superior, el precio de los equipos fotográficos es inferior, disponemos de una mayor libertad a la hora de elegir objetivos y al contrario que en el video tenemos un mayor rango de tiempos de exposición donde elegir, realizando planos con tiempos de exposición largos con los que captar más información.

Por el contrario, la técnica fotográfica tiene una desventaja, que en principio la sufren más aquellas personas que realizan Time-Lapse a nivel profesional. Se trata del desgaste del obturador.

El obturador compuesto por unas láminas sufre un desgaste cada vez que disparamos una fotografía con nuestra cámara, desgaste que puede llegar a ser perjudicial a la larga. Por ejemplo, para una Canon EOS 400D la vida del obturador es de 207.528 disparos, según [timelapses.tv](#). [WtlCan].

2.2.2. ¿Cómo realizamos un Time-Lapse?

Tal y como hemos comentado, a la hora de realizar un Time-Lapse tenemos dos métodos, bien mediante la utilización de un video o bien utilizando fotos para posteriormente generar un video.

Si bien la realización de un Time-Lapse mediante video resulta más fácil que en el caso de la fotografía, en ambos casos, una vez obtenido el material necesario, podemos editarlo, titularlo e incluso añadirle banda sonora, pero eso es una elección personal, al gusto de cada usuario.

Como hemos dicho, realizar un Time-Lapse con **video** es más fácil que realizarlo utilizando fotografías. Resulta una manera mucho más sencilla puesto que simplemente tenemos que grabar una secuencia de video y posteriormente editarla con un editor de video para acelerar el proceso a mostrar.

Por el contrario, cuando nos planteamos realizar un proyecto de Time-Lapse mediante **fotografías** necesitaremos, en principio, una cámara de fotos y realizar las fotografías en intervalos exactos de tiempo. En vez de una secuencia de video necesitamos una secuencia de fotografías.

2.2.2.1. Intervalometro [WlcCom]

Para realizar la secuencia de fotografías podemos, o bien sacar las fotografías nosotros mismos controlando el tiempo exacto (opción descartada desde el principio por su baja exactitud), o utilizar un elemento de control de intervalo de tiempo que nos ayude a realizar esta tarea. Este elemento se llama 'Intervalometro'.

Un **Intervalometro** es, en la imagen inferior podemos ver un intervalometro externo, o bien vía software o vía hardware, el elemento que nos permite realizar una serie de disparos con un intervalo de tiempo concreto. Resulta una función relativamente poco compleja, pero aun y todo pocas son las cámaras que incorporan esta posibilidad.



Intervalometro externo, que conectamos mediante un cable a la cámara.

Disponemos de cuatro tipos de intervalómetros diferentes que nos permiten obtener las fotografías en intervalos de tiempo exactos. En la imagen inferior podemos ver los 3 intervalómetros finales.

- Podemos disponer de una cámara con **Intervalómetro incorporado**. Algunas cámaras Reflex disponen de Intervalometro que podemos programar para que tome una foto cada cierto tiempo, por ejemplo, cada 5 segundos.
- Por otra parte, existen cámaras en el mercado que permiten la **incorporación a su software actual de software sobre Intervalómetros**. Se conecta la cámara al ordenador y se instala un software específico que no altera el software anterior. Sería como 'actualizar' el software de la cámara. Esta opción tiene una gran ventaja que es que una vez 'actualizada' la cámara, funciona como una con Intervalometro incorporado.
- Mediante la **conexión directa al ordenador**. Es decir, instalamos un software específico de Intervalómetros, que no tiene por qué ser de la misma marca que la cámara, en nuestro ordenador y conectando la cámara al ordenador programamos el programa estableciéndole a la cámara una serie de parámetros de disparo. Por ejemplo, podemos programar captar fotos cada 5 segundos, que se grabaran directamente en el ordenador.
- Por último, esta vez mediante **hardware**, existen en el mercado **Intervalómetros externos**. Algunos modelos de cámara incluyen una entrada en la que podemos conectar un intervalometro externo que le diga a la cámara la secuencia de disparos que debe realizar. Estos aparatos son dispositivos electrónicos relativamente sencillos que se encargan de enviar al circuito de la cámara impulsos eléctricos para que esta dispare. En un intervalometro tenemos unos controles sencillos para configurar algunos

parámetros básicos para un Time-Lapse, como el tiempo entre disparos, hora de comienzo de la secuencia de disparos, número de disparos, etc. Aunque todos los intervalómetros incluyen estos controles básicos y son bastante parecidos, el punto más importante en el que nos tenemos que fijar es el tipo de conector, teniendo que elegir el compatible con nuestro modelo de cámara.



(c) Timelapses.es

Intervalómetros. Mediante PC, Interno de la cámara o externo.

En los casos en los cuales utilizemos la memoria de la cámara, tenemos que tener en cuenta que tenemos que disponer de cierta memoria para almacenar las fotografías, y además, disponer de una memoria con la suficiente velocidad de escritura que nos permita guardar fotografías sin problemas. En los casos en los cuales realicemos fotografías cada segundo esto resultara de vital importancia [Wtl2Int].

2.2.2.2. Equipamiento básico [Wtl2Int]

Tal y como acabamos de describir, resulta obvio que vamos a necesitar un dispositivo para tomar las fotos, con el que en principio sería posible realizar un Time-Lapse. Pero si queremos sacar el máximo partido a la técnica, necesitaremos de algunos elementos más. Podríamos describir muchos elementos que podríamos utilizar, pero como equipamiento 'standard' tendríamos que tener lo siguiente:

- Una **cámara de fotos**. A ser posible Reflex digital, aunque no resulta obligatorio, tenemos que tener en cuenta que la cámara que usemos nos tiene que permitir realizar fotografías a intervalos.

- Un **intervalómetro**. Tal y como hemos descrito anteriormente, tanto externo como interno, vía software o vía hardware, el intervalómetro resulta un elemento fundamental a la hora de realizar Time-Lapse.
- Un **trípode** en donde fijaremos la cámara. A la hora de realizar un Time-Lapse, puesto que se trata de un proceso que suele implicar un intervalo elevado de tiempo, resultara importante que nuestro plano este siempre bien y con el mismo encuadre.
- **Baterías** extra para la cámara. Disparar una cámara de forma continua gasta la batería, y aunque no resulta obligatorio, siempre es mejor prevenir y lo mejor es tener 2 o 3 baterías cargadas y preparadas por si la primera de ellas se agota.
- Un **ordenador**, con el que posteriormente, una vez realizadas todas las fotografías, editemos las imágenes y crearemos los videos. El ordenador también puede funcionar como disparador remoto.

2.2.2.3. Proceso [Wtl2Int]

Una vez que disponemos del material necesario para realizar un Time-Lapse tenemos que seguir **4 pasos** básicos para realizar un correcto Time-Lapse. Tenemos que tener en cuenta que para realizar un Time-Lapse de calidad hace falta práctica y un cierto grado de experiencia.

2.2.2.3.1. Posicionar la cámara

Lo primero, y una parte importante del proceso, es fijar la cámara al trípode. Este proceso es elemental si no queremos obtener movimientos indeseados en las fotos. Es importante diseñar una correcta posición teniendo en cuenta todo el proceso final y la evolución que queramos captar.

Es importante analizar nuestro entorno, las mejores posiciones para la cámara y para el trípode, nuestras mejores vistas y sobre todo pensar que a la hora de crear el Time-Lapse, aunque es importante analizar el proceso global, es aun más importante percatarnos que el Time-Lapse que vamos a realizar esta construido con fotografías, por lo tanto, hay que elegir la mejor fotografía posible.

2.2.2.3.2. Encuadrar y enfocar

Una vez que hemos posicionado nuestra cámara en el mejor sitio posible, tenemos que captar la mejor fotografía posible desde nuestra posición y teniendo en cuenta el objetivo de nuestro Time-Lapse.

Seleccionar el modo semiautomático, en donde es la propia cámara la que controla la apertura y el tiempo, es importante al principio. Posteriormente tenemos que enfocar y encuadrar correctamente la imagen. Una vez que controlamos todos los parámetros y la calidad de nuestro Time-Lapse es aceptable, es recomendable pasar a usar el modo automático, en donde somos nosotros los que tenemos el control total de la cámara, y con ello, el control total de lo que queremos obtener.

Una vez logrado el punto de enfoque correcto desactivaremos el enfoque automático, a si como la estabilización óptica, a ser posible. Es importante que esto sea así puesto que si dejamos el enfoque automático activado la cámara enfocará constantemente y cada imagen podrá salirnos ligeramente desenfocada, o enfocada o bien enfocando algún elemento que pase por delante de nuestro objetivo.

Es importante que establezcamos la mínima resolución de la cámara, para empezar a trabajar con Time-Lapse elegiremos modo JPEG con el máximo de calidad. Una vez que estemos más familiarizados con la técnica pasaremos a realizar fotografías más profesionales con el formato RAW, que nos brinda un gran control sobre nuestra cámara y un mayor control de las fotografías en la postproducción.

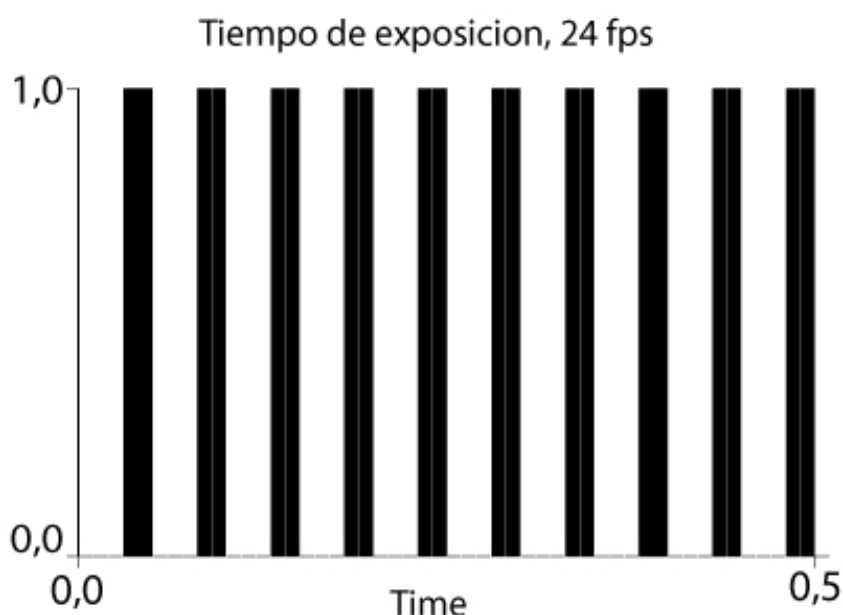
En cuanto a la resolución, como mínimo tenemos que intentar que esta no baje de 1900 px de ancho, esto es importante puesto que posteriormente crearemos videos en Alta Definición (HD). Si optamos por establecer una resolución elevada, obtendremos una resolución incluso suficiente para 4K, esto es algo que tendremos que valorar dependiendo de nuestro Time-Lapse.

Por último, es importante realizar unos cuantos disparos antes de empezar, para comprobar que todos los parámetros establecidos funcionan tal y como queremos y nuestras imágenes son correctas.

2.2.2.3.3. *Tiempo de exposición [WspTim]*

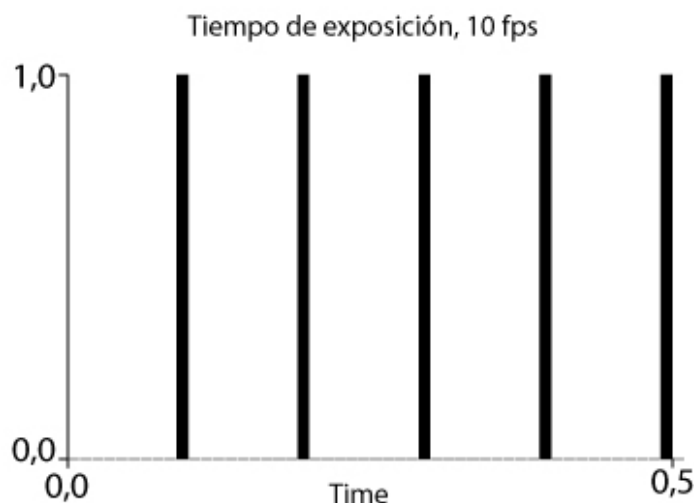
Uno de los aspectos más difíciles a la hora de realizar un Time-Lapse resulta en la correcta elección de tiempo entre fotografías, tiempo en el cual la cámara no está expuesta, tiempo denominado 'Tiempo de Espera'. Este tiempo puede variar mucho dependiendo de lo que estemos fotografiando, por ejemplo, 25 segundos para una secuencia de avance de nubes o por ejemplo 15 minutos para ver crecer una bellota en un árbol.

En el diagrama inferior podemos observar el tiempo de exposición de una cámara, en donde los valores elevados representan un obturador abierto, mientras que los valores inferiores representan un obturador cerrado. En este caso podemos ver una cámara que graba a 24 fps.



Tiempo de exposición de una cámara a 24 fps

Si en una cámara de video se utilizan 29,97 exposiciones por segundo (NTSC), la cámara expone 29,97 exposiciones cada segundo, en comparación con una película que expone a 24 fps (cine).



Tiempo de exposición de una cámara a 10 fps

En el gráfico superior, por el contrario, muestra que existe un mayor tiempo entre las exposiciones que en el que se muestra en la normalidad. Cuanto más larga sea la duración entre las exposiciones mayor será el tiempo acelerado en la muestra final. También, por el contrario, a mayor tiempo entre exposiciones más dificultad tendrá la grabación.

Determinar el tiempo de Exposición

Para determinar el tiempo de exposición en un Time-Lapse es importante saber la duración de la acción que deseamos filmar, a si como del tiempo final necesario en la secuencia. El tiempo total necesario para la filmación dividido por el número total de fotogramas es igual al tiempo de espera necesario entre cada exposición.

En el siguiente cálculo se muestra como comprimir dos días en 5 segundos de película:

$$\text{Dos días} = 48 \text{ horas} = 2880 \text{ minutos} = 172800 \text{ segundos}$$

$$\frac{172800 \text{ segundos}}{5 \text{ segundos} \times 24} = \frac{172800 \text{ segundos}}{120} = 1440 \text{ segundos entre exposiciones}$$

La ecuación anterior resulta un poco ideal, no debemos filmar un número exacto de imágenes nunca, no al menos un número mínimo de ellas. Debemos obtener un número mayor de exposiciones de las necesarias, en caso de sufrir algún problema externo.

Es importante dejar más tiempo tanto al principio de la exposición como al final por si acaso. Nunca se sabe lo que nos puede pasar y a una mala siempre es mejor tener algo que editar y cortar en postproducción que no disponer de material necesario suficiente.

Tal y como hemos dicho el intervalo entre las diferentes tomas es el que marcará la velocidad de nuestro vídeo final. Y dependiendo del intervalo entre cada toma nuestro video será más o menos rápido, pero también tenemos que tener en cuenta la velocidad real a la cual se mueven los elementos a los cuales estamos fotografiando en la escena. Adaptaremos el intervalo en función de su velocidad, con por ejemplo las siguientes sugerencias [Wq5Con]:

- *Nubes moviéndose muy despacio*: un fotograma cada 20 segundos.
- *Nubes moviéndose deprisa*: un fotograma cada 10 segundos.
- *Nubes moviéndose muy deprisa*: un fotograma cada 5 segundos.
- *Gente andando por la calle*: un fotograma cada 2 segundos.
- *Trayectoria del sol un día despejado*: un fotograma cada 30 segundos.
- *Paisajes nocturnos, estrellas, luna, etc*: un fotograma cada 35 segundos con exposición de 30 segundos, es decir, 5 segundos de intervalo entre tomas.

Una vez que estamos listos y hemos decidido los parámetros correctos de exposición lanzaremos nuestra secuencia de disparos. Una vez lanzada solo nos queda esperar el tiempo necesario y ver que las cosas marchan correctamente, es decir, que las fotografías se van realizando según lo esperado, el trípode y la cámara no se mueven y la batería de la cámara aguanta el tiempo suficiente.

2.2.2.3.4. Crear el vídeo [Wtl2Int]

Una vez que tenemos todas nuestras fotografías, tal y como habíamos planificado, lo que nos toca ahora es juntarlas todas en el ordenador para convertirlas todas en un video. Para crear un video con nuestras fotografías podríamos utilizar una gran cantidad de programas de edición de video, posteriormente hablaremos sobre dos de ellos (*Adobe After Effects* y *Virtual Dub*), aunque hay varios puntos importantes que siempre tendremos que tener en cuenta a la hora de realizar un video con nuestras fotografías:

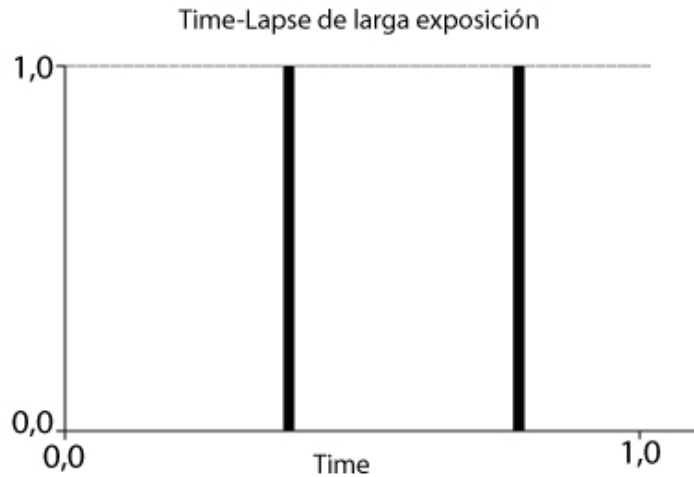
- Tendremos que determinar la **velocidad de cuadros por segundo** (FPS) que queremos que tenga nuestro video.
- El **formato** al cual queremos **exportarlo**.
- Es probable que el **tamaño de nuestras fotografías** sea demasiado grande, y por lo tanto, puede que necesitemos escalarlas, ajustarlas al marco que vayamos a utilizar.
- Tendremos en cuenta la **resolución**, que corresponda con la resolución del formato que estemos usando. Habrá que tener en cuenta los píxeles a utilizar.
- Tendremos que tener en cuenta la **codificación** con la cual queremos guardar el video final.

2.2.2.4. Time-Lapse con larga exposición [WspTim]

Como hemos descrito anteriormente el tiempo de exposición a la hora de realizar un Time-Lapse resulta una parte importante del proceso. Y más aun cuando se trata de una de las grandes diferencias con respecto al Time-Lapse realizado mediante el uso de video.

La capacidad que nos permite la fotografía para realizar fotografías con tiempos de exposición superiores nos permite por una parte, captar más información en situaciones extremas de iluminación y por otra parte, nos permite realizar videos con técnicas que en el propio video resultarían imposibles.

Esta técnica supone una manera diferente de registrar información, requiere que el obturador de la cámara se mantenga abierto durante un tiempo específico antes de avanzar al siguiente fotograma. Un ejemplo en donde podemos ver el proceso de encendido y apagado sería este gráfico:



Tiempo de exposición de un obturador en un Time-Lapse de larga exposición.

De la misma manera que en los gráficos anteriores un valor de 1 en el eje vertical indica que el obturador está abierto, mientras que un valor de 0 indica que el obturador se encuentra cerrado. Mediante esta técnica somos capaces de capturar imágenes únicas, tales como las luces del tráfico durante la noche (viéndolas como haces continuos de luz) o por ejemplo convertir un día de niebla en un mar tormentoso.

En el caso del Time-Lapse de larga exposición es muy importante a la hora de realizar la filmación el ciclo de trabajo de los eventos implicados en el trabajo final. Resulta importante planificar el objetivo a fotografiar y determinar de esta manera los posibles eventos aleatorios a los cuales nos podamos enfrentar.

En el Time-Lapse normal un cuadro se expone durante un corto espacio de tiempo y la cámara esperara un tiempo hasta que la siguiente trama sea expuesta. El ciclo de trabajo del obturador se define de esta manera:

$$\text{Ciclo de trabajo} = \frac{\text{tiempo que esta abierto el obturador}}{\text{tiempo de espera} + \text{tiempo de apertura obturador}} \times 100$$

Por ejemplo, si tenemos una cámara que tiene una exposición de 1/30 de segundo y tiene un tiempo de espera de 400 segundos entre exposiciones, seguiríamos el siguiente cálculo para calcular el tiempo que está abierto el obturador.

Primero convertimos la fracción de la exposición a forma decimal: 1/30 segundos. Y posteriormente realizamos el siguiente cálculo:

$$\text{Ciclo de trabajo} = \frac{1/30}{400+1/30} \times 100 = 0.832 \%$$

En este caso, como podemos ver, el obturador se abrirá menos del 1% del tiempo. Por ejemplo, para capturar eventos esporádicos tales como un relámpago sería deseable un ciclo de trabajo del obturador del 90%.

2.3. ¿Qué necesitamos?

Si bien es cierto que en el apartado anterior hemos comentado y enumerado muchos de los elementos necesarios para realizar un Time-Lapse, en el siguiente apartado entraremos un poco en profundidad en algunos elementos, tanto de software como de hardware, necesarios para realizar un buen Time-Lapse en su totalidad.

En el mundo competitivo en el que vivimos muchas empresas desarrolladoras de software y de hardware han desarrollado diversos elementos y programas que nos facilitan la creación de un Time-Lapse. El software y hardware descrito a continuación resulta el más competitivo y, en cierta manera, el más completo del mercado.

2.3.1. Software

Cuando hablamos de Software nos referimos a todos aquellos programas que nos permiten, por una parte, realizar las fotografías con intervalos, retocar las imágenes obtenidas y finalmente crear nuestro video final.

Existen en el mercado una gran cantidad de software's diferentes con los cuales podríamos trabajar, hemos decidido describir a continuación 3 software's diferentes. Por una parte, y aun sabiendo que se tratan de 2 software's de pago, describiremos *Adobe Photoshop* y *Adobe After Effects*, ambos de la casa *Adobe*. Y por otro lado, *Virtual Dub*, software gratuito y de licencia libre.

Hemos elegido estos porque se tratan de los mejores software's con los que trabajar a la hora de realizar nuestro Time-Lapse, no solo por su gran cantidad de posibilidades, efectos y parámetros con los cuales podremos marcar la diferencia, sino que también, y en especial *Virtual Dub*, por su gran relación calidad-precio.

2.3.1.1. Adobe Photoshop

Es el nombre o marca comercial oficial que recibe uno de los programas más populares de la casa *Adobe Systems*, se trata de una aplicación informática en forma de taller de pintura y fotografía que trabaja sobre un 'lienzo' y que está destinado a la edición, retoque fotográfico y pintura a base de imágenes de mapa de bits (o gráficos rasterizados).

En sus versiones iniciales trabajaba en un espacio '*bitmap*' formado por una sola capa, donde se podían aplicar toda una serie de efectos, textos, marcas y tratamientos. En la actualidad incorpora múltiples capas, un espacio de trabajo multicapa, elementos vectoriales, gestión avanzada de color (ICM/ICC), tratamiento extensivo de tipografías, control y retoque de color, efectos creativos, etc [WwkPho].

A la hora de hablar de '*Adobe Photoshop*' tenemos que tener en cuenta que *Photoshop* es un programa muy extenso, del cual podríamos estar hablando años. Nosotros nos vamos a centrar en el elemento que mejor desempeña nuestro objetivo, el denominado 'Objeto Inteligente' [MAPhoto].

Los objetos inteligentes constituyen capas que contienen datos de imágenes procedentes de imágenes rasterizadas o vectoriales, como por ejemplo, archivos de *Adobe Photoshop* o *Adobe Illustrator*. Estos objetos conservan el contenido original de la imagen con todas sus

características originales, de tal modo que posibilitan la edición no destructiva de la capa en cuestión.

Los *objetos inteligentes* facilitan los siguientes procesos:

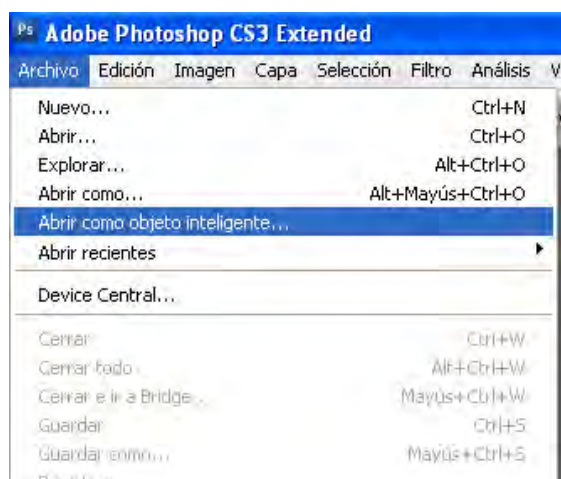
- Realizar transformaciones no destructivas. De esta manera podemos cambiar la escala de una capa, rotarla, sesgarla, distorsionarla, cambiar la perspectiva o deformarla sin perder calidad ni los datos originales, puesto que las transformaciones no afectan a los datos originales.
- Podemos trabajar con datos vectoriales (Ilustraciones vectoriales de Illustrator), que de otro modo tendríamos que rasterizar en Photoshop.
- Aplicar filtros no destructivos, los cuales podemos editar siempre que queramos.
- Editar un objeto inteligente y actualizar de forma automática todas las apariciones enlazadas.
- Aplicar una máscara de capa que contenga o no un enlace a la capa de objeto inteligente.

Además, y aquí es donde más nos interesa el objeto inteligente, es una función que nos permite abrir una *secuencia de imágenes* que se encuentren guardadas en la misma carpeta, aplicarles los ajustes y retoques necesarios (teniendo en cuenta la gran cantidad de herramientas que nos proporciona Photoshop) y finalmente, exportar nuestra secuencia a un fichero de video. Es importante que para esto tengamos guardada nuestra secuencia de imágenes correlativas dentro de la misma carpeta o directorio [WtIObj].

A continuación explicaremos el proceso básico necesario para desarrollar un buen Time-Lapse mediante el uso del '*Objeto Inteligente*' descrito anteriormente. Se necesitan pocos pasos para poder generar un Time-Lapse de calidad y de manera sencilla.

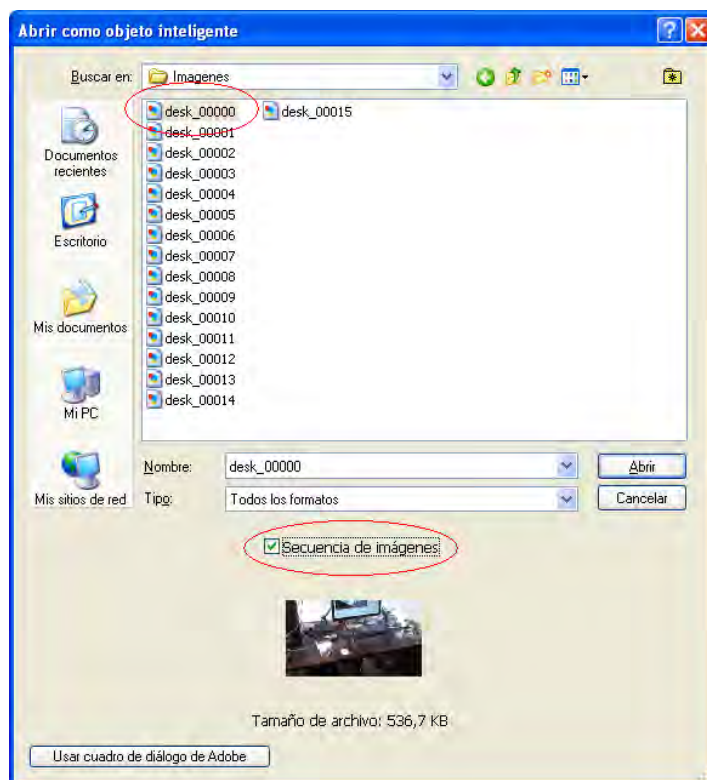
Seguiremos el siguiente proceso:

- En el '*Menú Archivo*' seleccionamos la opción '*Abrir como objeto inteligente...*'



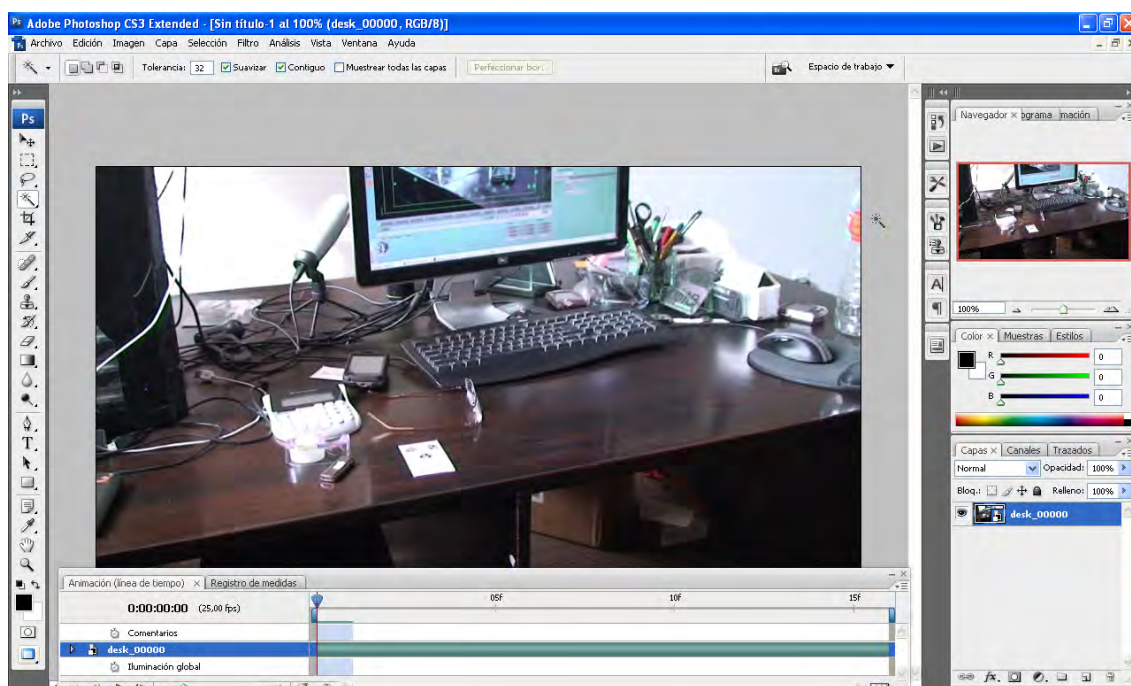
Menú Archivo/Abrir como objeto inteligente.

Una vez seleccionada esta opción nos aparecerá la ventana '*Abrir*' en donde debemos seleccionar la carpeta en donde hayamos guardado nuestra secuencia de fotografías. Seleccionamos la primera fotografía y marcamos en la parte inferior de la ventana la casilla '*Secuencia de imágenes*'.



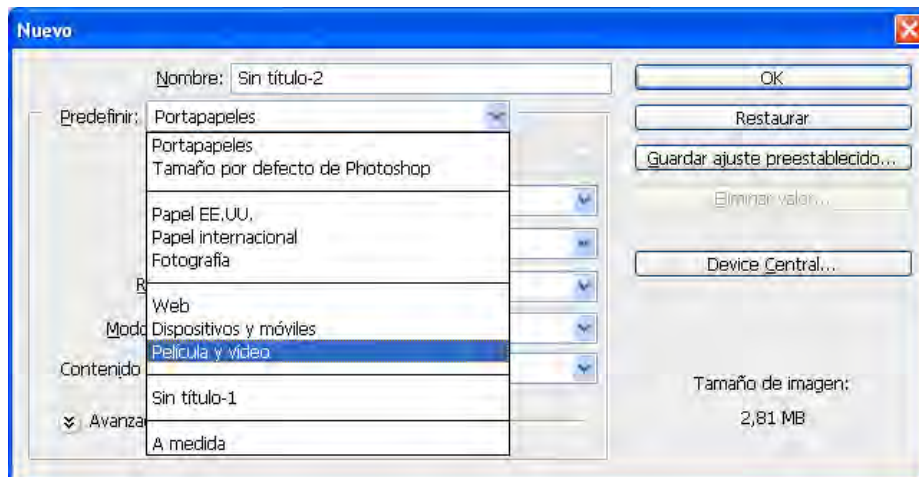
Importante marcar la opción de 'Secuencia de imágenes'.

De esta manera, todas las imágenes correlativas que hayamos captado se cargaran en nuestra zona de trabajo. Podremos ver en nuestro escritorio de trabajo la primera de las imágenes de nuestra secuencia y debajo una nueva ventana con la línea de tiempo de nuestra animación (*Ventana/Animación*). Para movernos entre las diferentes imágenes podemos desplazar el cursor a través de la animación.



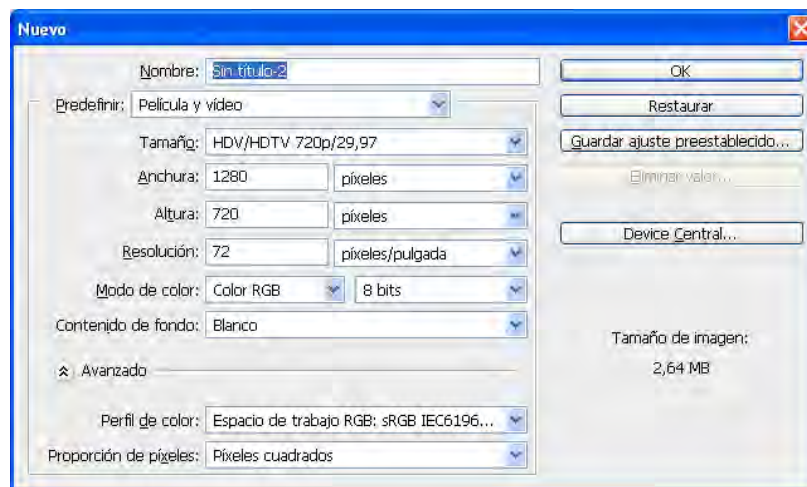
Nuestra secuencia de imágenes se encuentra dentro de la línea de tiempo.

Como dijimos en el punto '2.2.2.3.4.Crear el video', en el caso de querer redimensionar nuestras fotografías tendremos que realizar lo siguiente: Crearemos una nueva imagen (Menú Archivo/Nuevo) y en 'Predefinido', seleccionamos la opción 'Película y vídeo'.



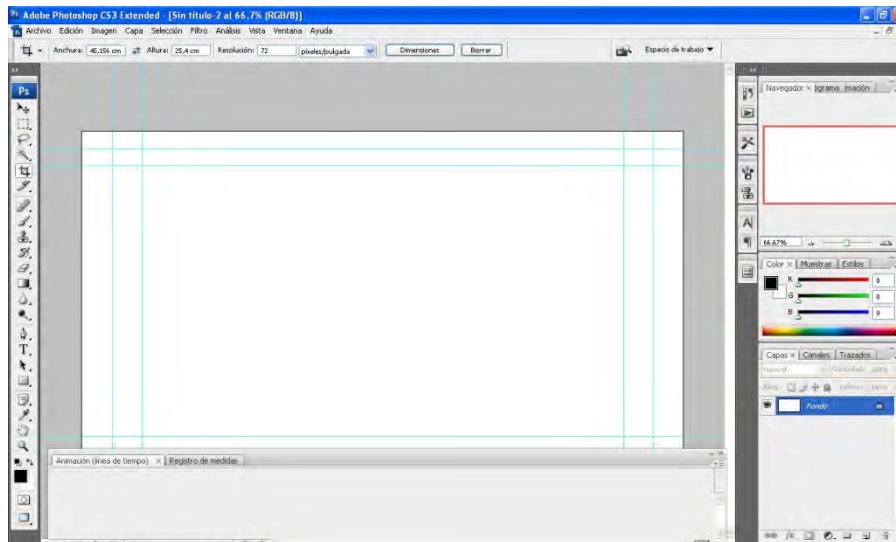
Menú Archivo/Nuevo/Predefinido/Película y vídeo.

Después, dentro de *Video*, lo que vamos a seleccionar es, si por ejemplo queremos que nuestra película tenga un tamaño de 1280 px de ancho por 720 px de alto (tamaño para video HD), tenemos que seleccionar la opción HDV/HDTV 720p/29,97.



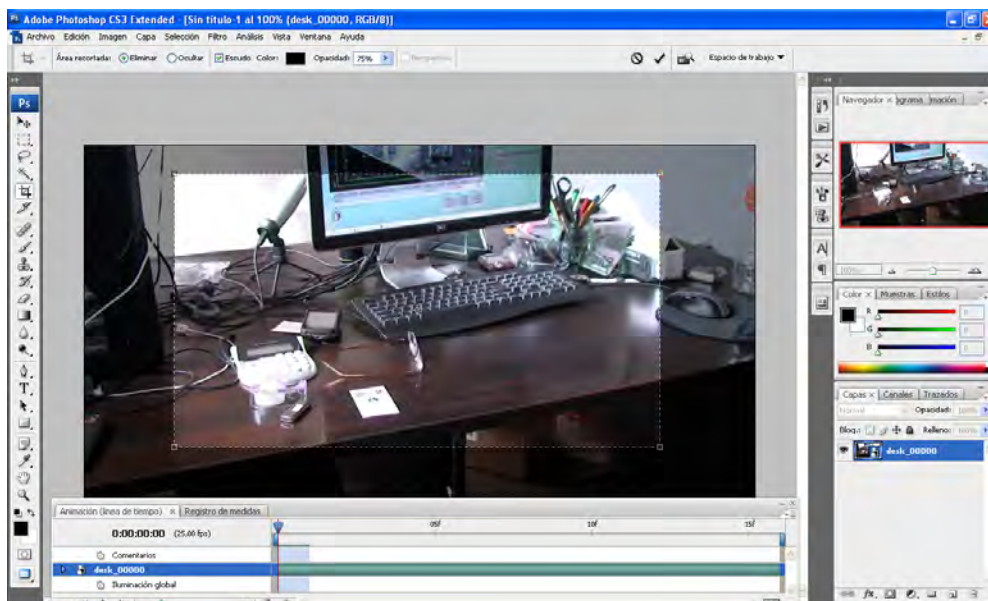
Determinar el tamaño del video.

Una vez realizado esto le damos a *Ok* y nos aparecerá un nuevo lienzo en blanco con las nuevas medidas que queremos darle a nuestra secuencia de imágenes. Sabiendo que esta activa la ventana del nuevo lienzo seleccionamos la herramienta '*Recortar*' en la '*Caja de Herramientas*' de *Photoshop*. En la parte superior de la ventana nos aparecerá el botón '*Dimensiones*', y haciendo clic sobre el botón le estamos diciendo al programa que queremos que nuestras medidas sean 1280x720 px, con las cuales vamos a recortar nuestra secuencia.



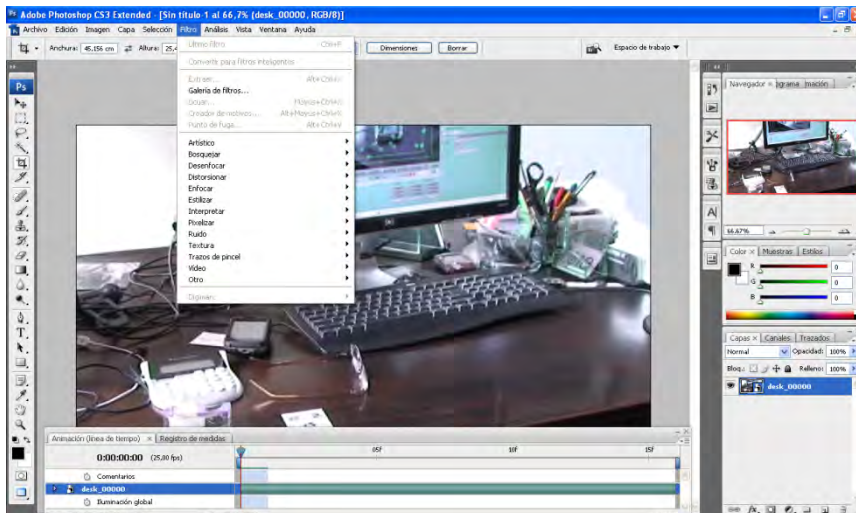
Lienzo en donde recortaremos el video.

Cerraremos el lienzo blanco y haciendo clic sobre el área de la primera imagen de nuestra secuencia, sin soltar el ratón, procederemos a seleccionar la parte de la imagen que queremos que aparezca en nuestro video final.



Determinar la zona de imagen del tamaño seleccionado.

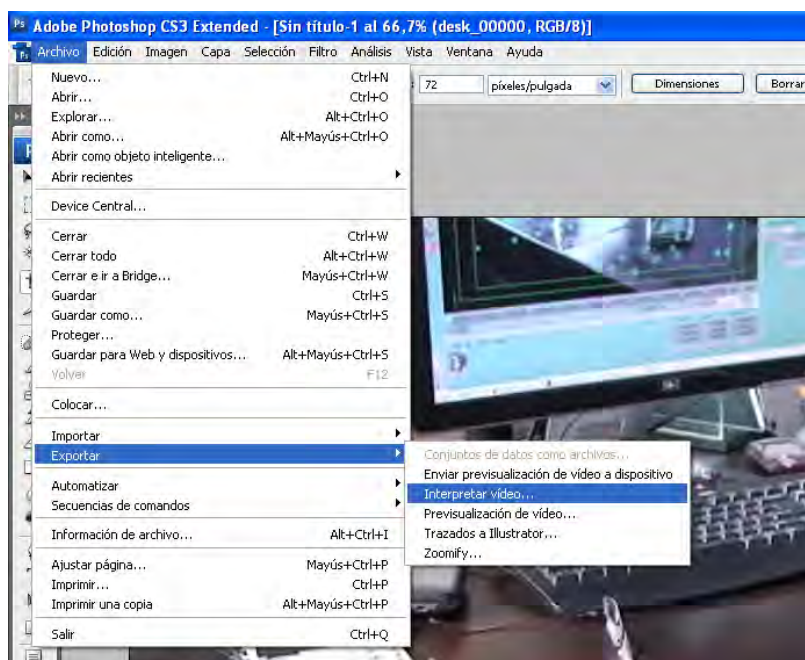
Haciendo doble clic podemos ver como se recorta el grupo de imágenes. Una vez realizado el recorte es momento de ajustar luces, aplicar filtros y todo lo que queramos realizar con nuestra secuencia de fotografías.



Determinado el tamaño, podemos aplicarle diferentes filtros.

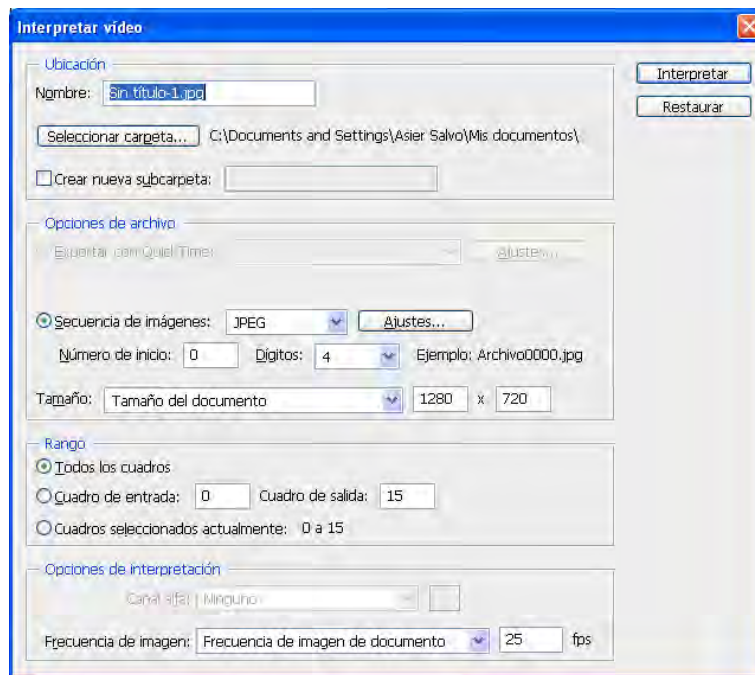
Una de las aplicaciones más interesante de los 'Objetos Inteligentes' es precisamente este tipo de acciones, las cuales nos permiten recortar y modificar (ajustar luces, aplicar filtros y todo lo que queramos) todas las fotos, como secuencia, aplicando las modificaciones solamente en una imagen. Es decir, no tenemos la necesidad de ir modificando una a una las imágenes, al modificar una de ellas las demás se modifican secuencialmente.

Por último, nos quedaría 'Exportar' nuestra secuencia a un fichero de vídeo. Para ello debemos seleccionar en el 'Menú Archivo', la opción 'Exportar / Interpretar vídeo'.



Menú Archivo/Exportar/Interpretar Video.

Después de hacer clic, y para finalizar, el programa nos ofrecerá una nueva ventana emergente en donde podremos seleccionar cada uno de los parámetros de nuestro video final.



Ventana en donde seleccionaremos los parámetros del video.

Una vez que hemos hecho clic en 'Interpretar' y hemos esperado el tiempo necesario podremos disfrutar de nuestro video creado a partir de una secuencia de video. Utilizando, como no, la opción de '*Objeto Inteligente*' que nos brinda *Adobe Photoshop*.

2.3.1.2. Adobe After Effects

Se trata de una aplicación en forma de estudio destinado a la creación o aplicación en una composición (realización de gráficos profesionales en movimiento) de efectos especiales y grafismo de video, que desde sus orígenes ha consistido en la superposición de imágenes.

Es uno de los software basado en la '*Línea de Tiempo*' más potentes del mercado, teniendo como una de sus mayores fortalezas la existencia de una gran cantidad de plugins desarrollados por otras compañías que ayudan, de esta manera, a aligerar las cargas de trabajo continuo y repetitivo en lo que a aplicación de efectos se refiere.

A partir de las versiones 6,5 y 7 se comienzan a ver mejoras en la capacidad para manejar archivos de gráficos y video de distintos formatos. Además, gracias a que su interfaz resulta familiar a muchos editores dedicados a la post-producción, se convierte en la elección ideal para la mayoría de los profesionales. Siendo un software muy importante para todos aquellos profesionales que se dediquen al diseño grafico, producción de video y el mundo multimedia [WwkAft].

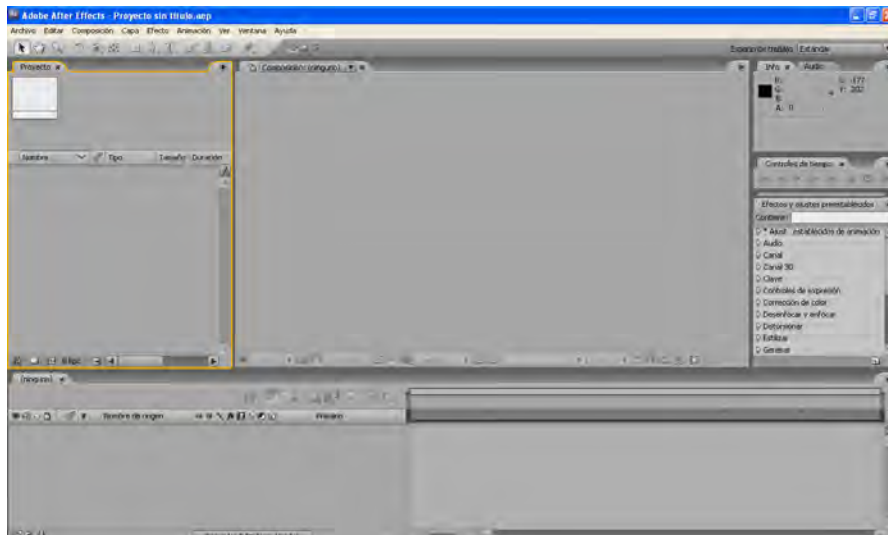
Adobe After Effects es un programa muy denso con el cual podríamos desarrollar prácticamente cualquier cosa que se nos ocurriese. En este caso vamos a explicar en dos partes los procesos básicos necesarios para generar un buen Time-Lapse con *After Effects*, de manera sencilla y de calidad.

2.3.1.2.1. Crear Time-Lapse con After Effects [WtlAft1]

De la misma manera que explicamos con '*Adobe Photoshop*' (2.3.1.1.*Adobe Photoshop*), en este caso también vamos a utilizar la valiosa herramienta de Importar nuestras fotografías

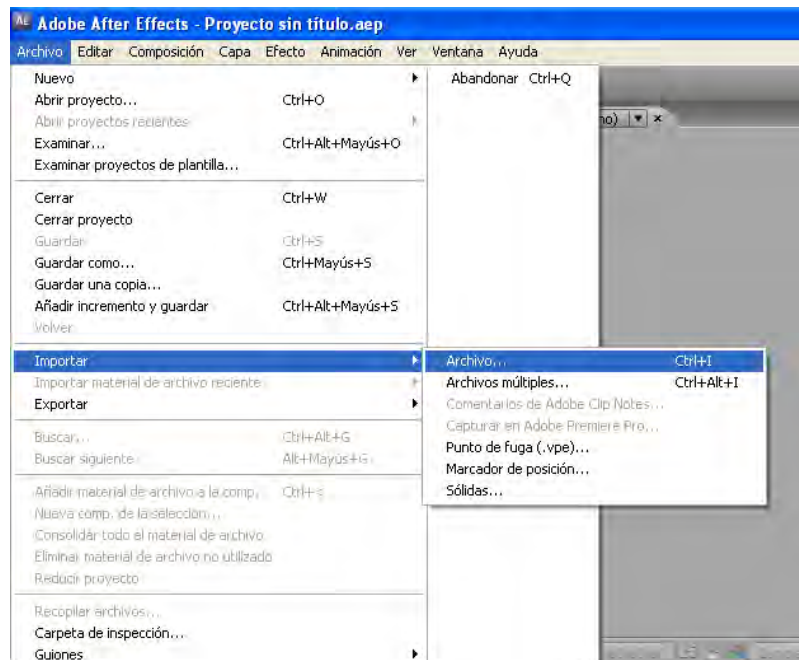
como secuencia de imágenes (secuencia JPEG en este caso). Esta herramienta nos permite cargar todas las fotografías de manera cronológica y aplicarle efectos comunes a toda la secuencia sin necesidad de ir aplicando el/los efectos fotografía por fotografía. Para crear nuestro video de manera que utilicemos la secuencia de imágenes realizaremos lo siguiente:

Antes de empezar, y nada más abrir el programa, nos damos cuenta que *Adobe After Effects* es un programa con diversos espacios de trabajo, entre los que destacan 'Proyecto', 'Composición', 'Previsualización' y 'Línea de Tiempo'. Nosotros vamos a comenzar trabajando con Project, que es en donde vamos a Importar nuestras fotografías.



Los diferentes espacios de trabajo de Adobe After Effects.

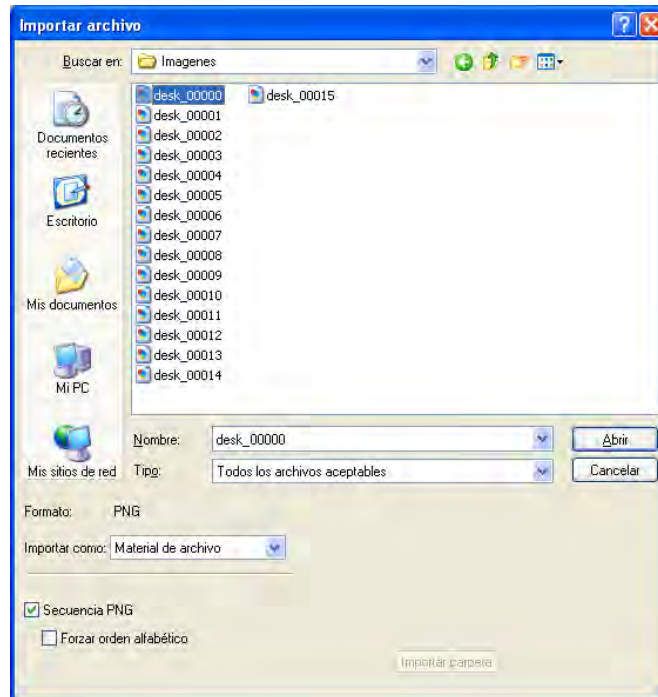
Para empezar nos dirigimos al 'Menú Archivo/Importar/Archivo':



Manera de Importar nuestras fotografías.

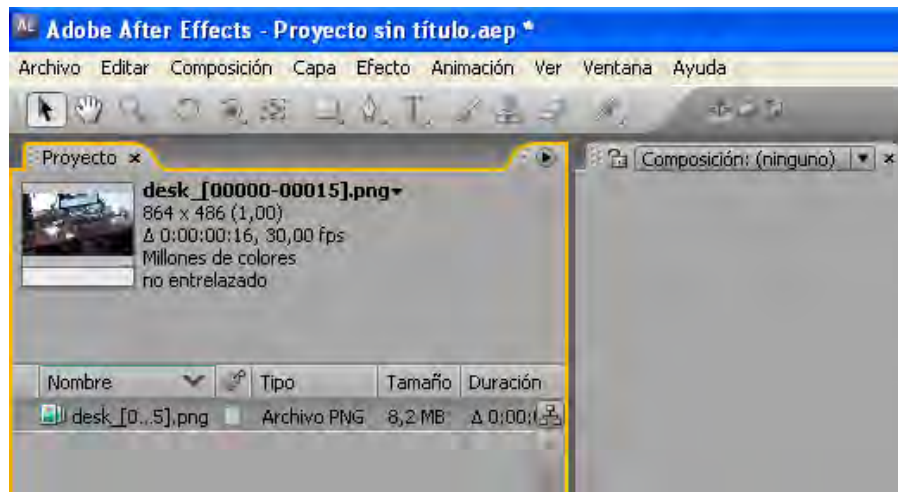
Se nos desplegara una caja de diálogo que será donde tengamos que buscar la carpeta en donde tengamos guardadas nuestras fotografías. Una vez que hemos localizado nuestras fotografías seleccionamos la primera y **muuy importante**, marcamos la opción 'Secuencia PNG'

(si nuestra secuencia está compuesta por imágenes JPEG, marcara 'Secuencia JPEG') que se encuentra en la parte inferior. De esta manera After Effects importa nuestras fotografías de manera secuencial, a modo de secuencia de imágenes, tal y como hemos tenido desarrollado nuestro Time-Lapse.



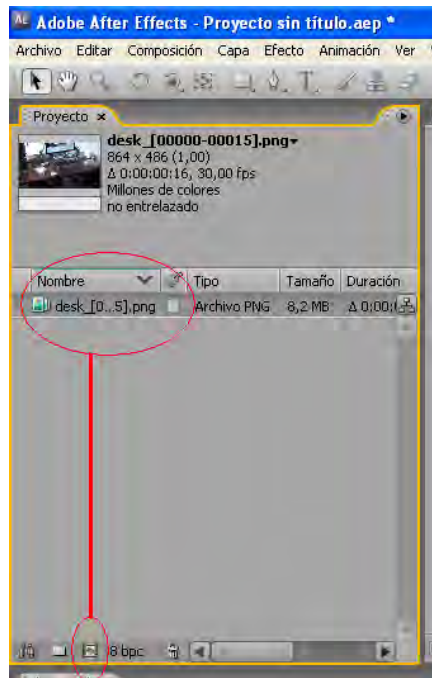
Es vital marcar la casilla 'Secuencia PNG' para importar las fotografías como secuencia.

Una vez realizado esto, si nos fijamos en el espacio de trabajo 'Proyecto', podemos ver un icono que nos indica que nuestra secuencia se ha importado correctamente.



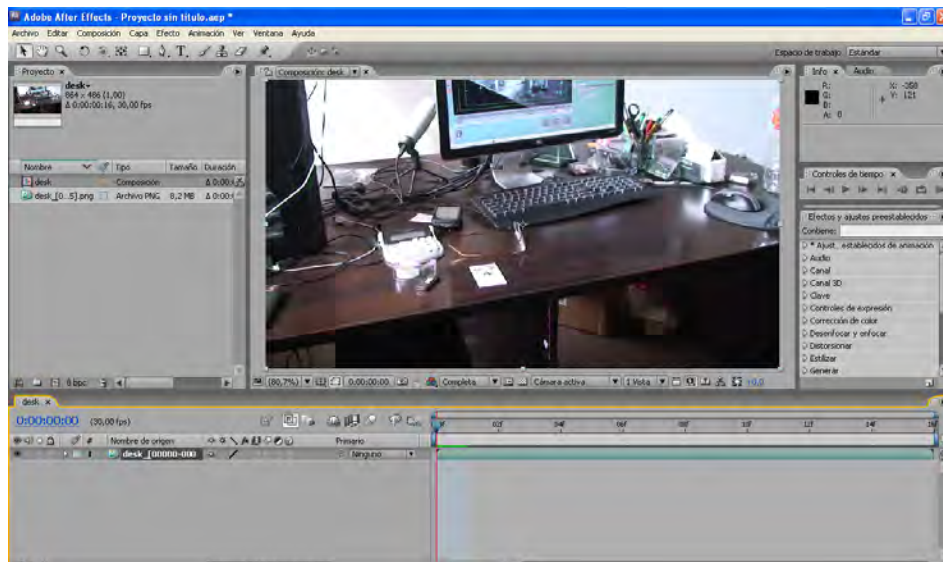
Vemos como aparece nuestra secuencia en Proyecto, bien importada.

Es ahora, una vez importada nuestra secuencia de fotografías, cuando pasamos a crear una composición con nuestras imágenes. Para ello debemos arrastrar el icono que acabamos de crear sobre el icono 'Crear nueva composición', situado en la parte inferior del espacio de trabajo 'Proyecto' y siendo el tercer icono por la izquierda.



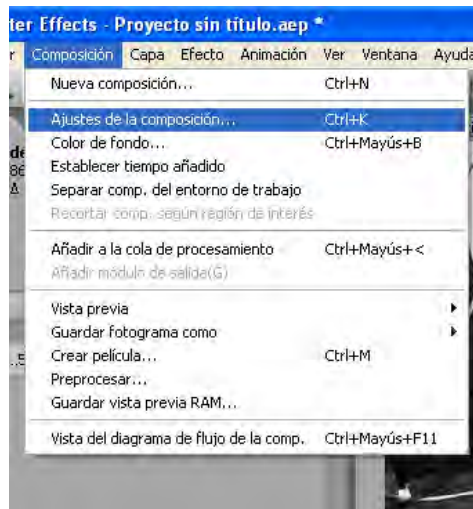
Arrastrar el icono para crear una composición.

Al hacer esto *After Effects* nos crea una nueva composición con el tamaño original de nuestra secuencia de fotografías. Podemos ver que nuestro espacio de trabajo '*Proyecto*' ha cambiado ahora y podemos ver como en la pequeña ventana de '*Proyecto*' tenemos la primera de nuestras imágenes y en la '*línea de tiempo*' podemos ver una línea verde que resulta ser nuestra secuencia de fotografías.



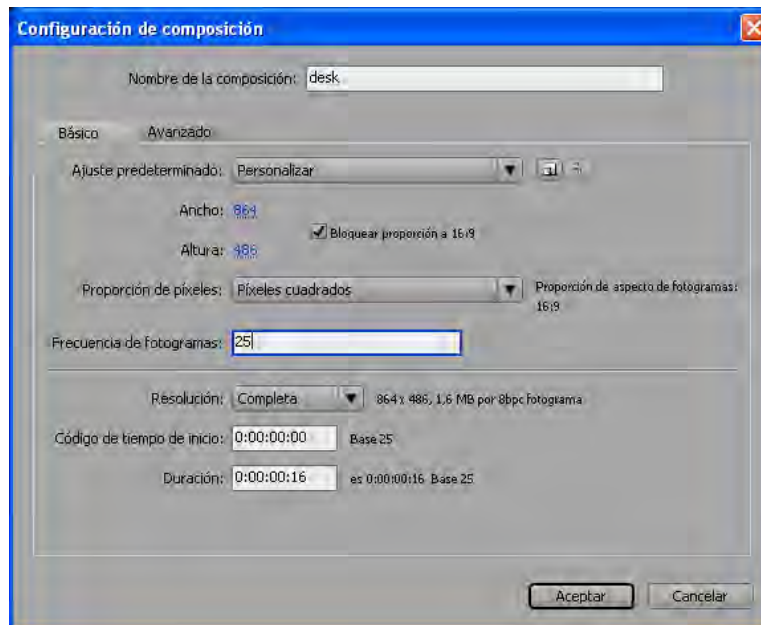
Podemos ver la composición creada en la línea de tiempo.

Es importante que comprobemos y modifiquemos, si procede, los ajustes de nuestra composición. Para ello vamos al '*Menú Composición/Ajustes de la composición*'.



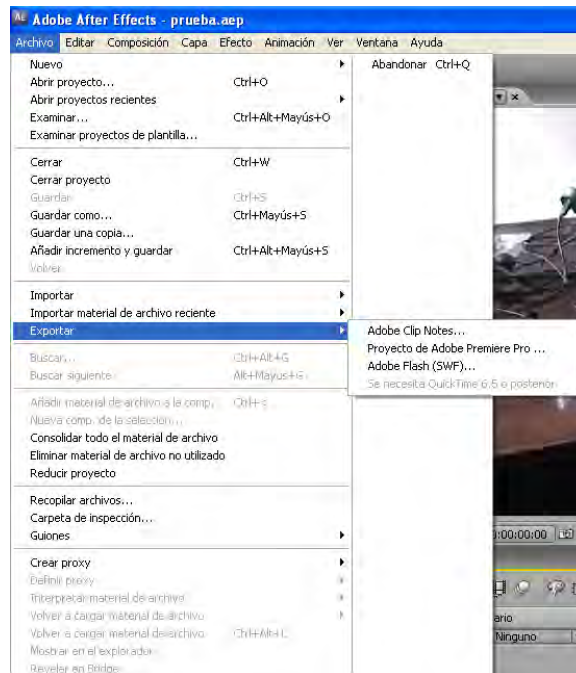
Menú para Ajustar la composición.

En nuestro caso vamos a modificar el número de imágenes por segundo de nuestra película de los 30 por defecto de *Adobe After Effects* a 25.



Ventana de Ajuste de Composición.

Puesto que en este apartado no vamos a realizar modificaciones sobre nuestra composición, después de guardar nuestro proyecto (*Menú Archivo/Guardar Como*), podemos pasar a **Exportar** nuestra película. Para ello nos dirigimos a '*Menú Archivo/Exportar*' y después de elegir el formato al cual vamos a exportar nuestra composición (SWF, 3G, AVI, FLV,...) hacemos clic en '*Exportar*' y finalizaremos con esto el proceso, obteniendo un clip de video a partir de nuestra secuencia de fotografías.

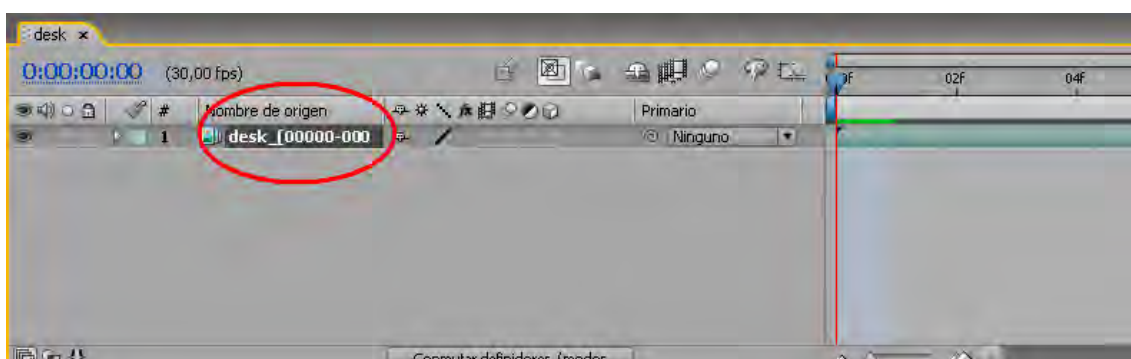


Menú para Exportar nuestra composición y dejar terminado nuestro proceso.

2.3.1.2.2. Edición básica de las fotografías [WtIAft2]

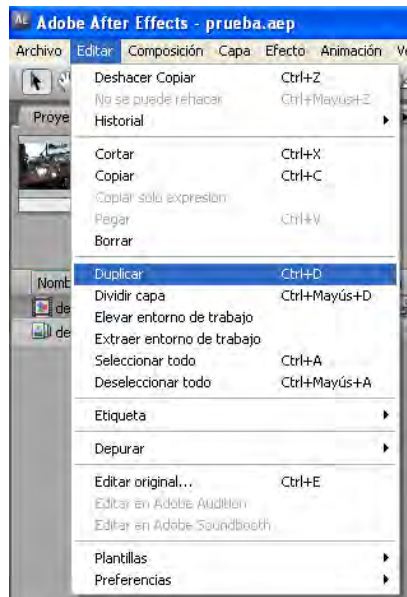
De la misma manera que podemos trabajar con imágenes fijas en *Adobe Photoshop* y editar y/o corregir selectivamente algunas zonas de la imagen, que posteriormente podremos ver reflejadas durante la secuencia de imágenes, *Adobe After Effects* también nos permite realizar este proceso. Para ello tendremos que realizar lo siguiente.

Primeramente vamos a '*Duplicar*' la capa actual que hemos creado con nuestra secuencia de fotografías y para ello debemos de fijarnos en tener seleccionada la capa actual que queremos duplicar. En el espacio de trabajo '*Proyecto*' podemos ver nuestra secuencia de imágenes importada (ver punto uno - *Crear Time-Lapse con After Effects* – para saber cómo importar una secuencia de fotografías) y haciendo clic quedara seleccionada.



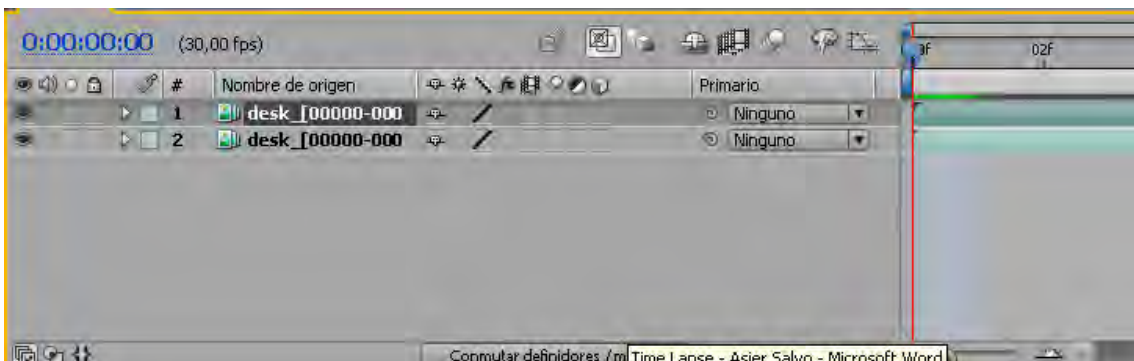
Debemos tener seleccionada la capa que queremos duplicar.

Una vez seleccionada la capa que contiene la secuencia de fotografías la duplicaremos, bien utilizando el comando de acceso rápido por teclado '*Control + D*' o bien mediante el menú '*Menú Editar/Duplicar*'.



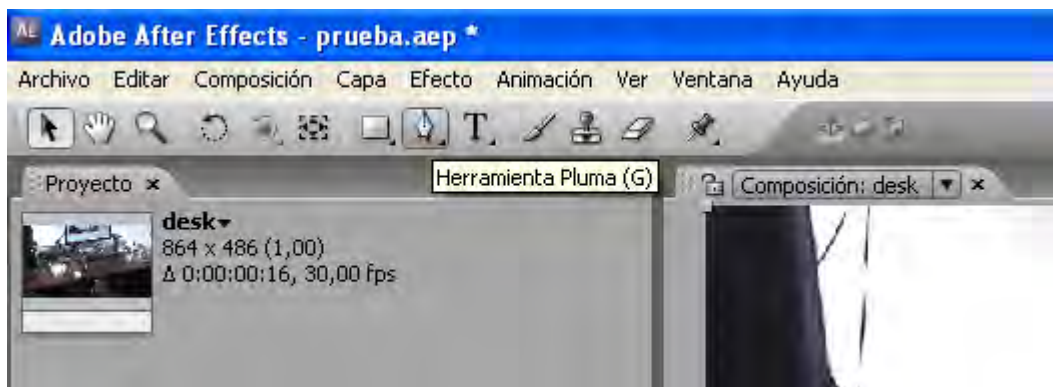
Menú para duplicar la capa.

Una vez realizado esto podemos ver como tenemos nuestra secuencia de imágenes en 2 capas diferentes.



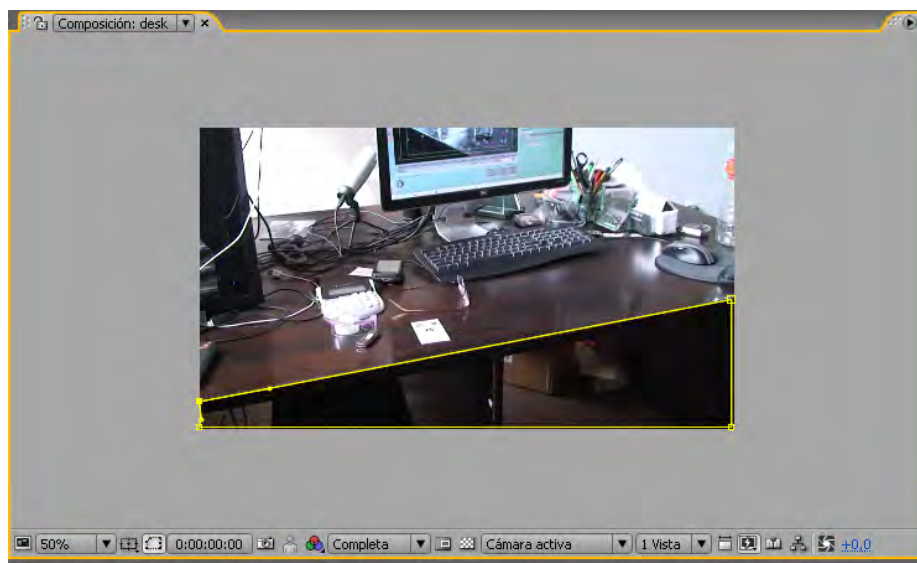
Nuestra secuencia duplicada.

Para poder tratar por separado diferentes zonas de la imagen vamos a crear una máscara, para lo que tendremos que tener seleccionada la capa superior. Dentro de la 'Caja de Herramientas' del programa tenemos que escoger la opción 'Pluma'.



Seleccionar la Herramienta Pluma para crear una máscara.

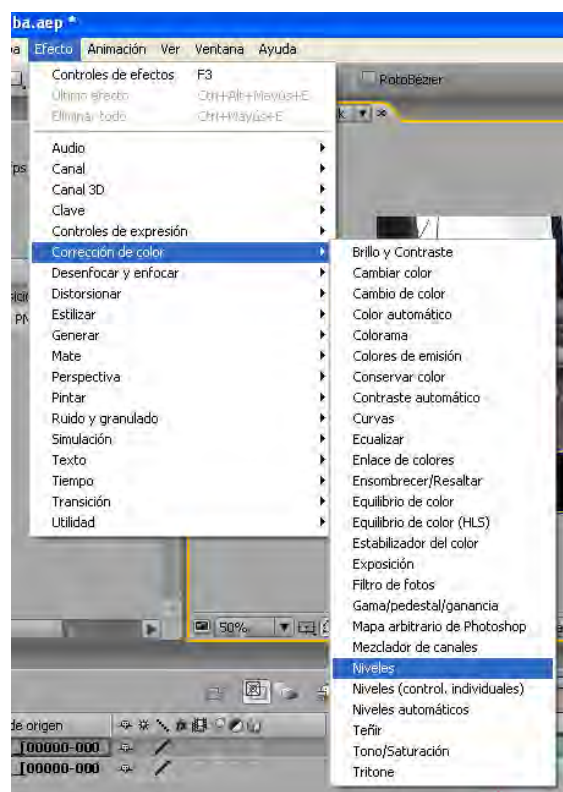
Una vez seleccionada la 'Herramienta Pluma' trazamos unas líneas para "separar" la zona de la imagen que queremos ajustar. Es decir:



Seleccionamos la zona de la imagen a ajustar, en este caso la parte inferior de la mesa.

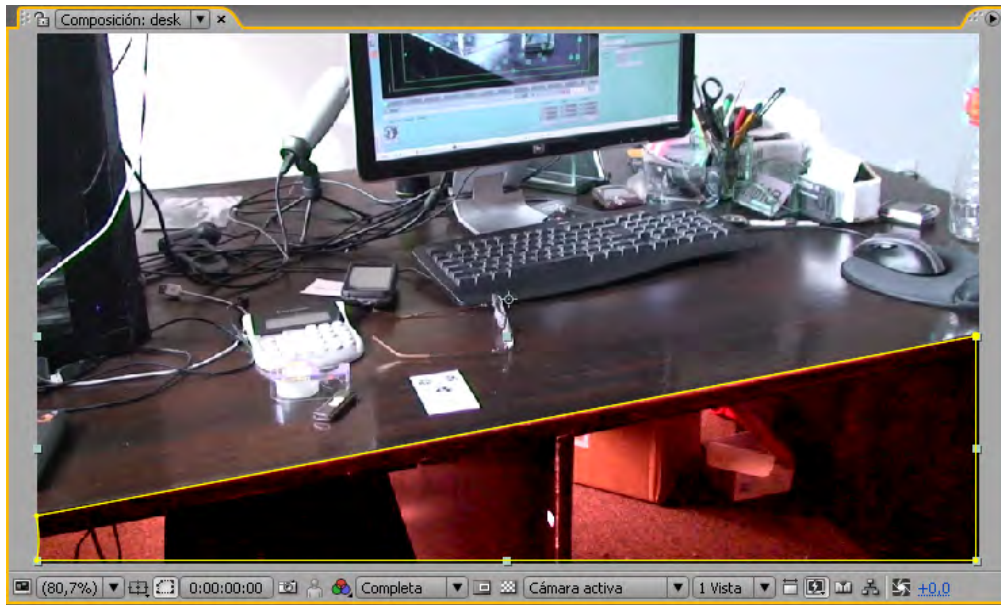
Mediante los trazos generados con la Pluma vamos cercando la zona que queremos ajustar, zona que quedara cerrada una vez hagamos coincidir el primer y último punto. Una vez cerrada la máscara ya podremos ajustar por separado los parámetros para esta determinada zona de la imagen. Por ejemplo, vamos a probarlo ajustando los niveles de la imagen que tenemos en la capa superior.

Para ello nos dirigimos al menú 'Menú Efecto/Corrección de color/Niveles', no hay que olvidarse tener seleccionada la capa en donde hemos dibujado la máscara que será donde vayamos a aplicar los ajustes.



Menú para corregir los niveles de la máscara creada.

Podemos modificar los diferentes niveles a nuestro antojo, ahora ya es algo de gustos. Hay que recordar que los cambios realizados están afectando solamente a la capa seleccionada, que en este caso es la superior.

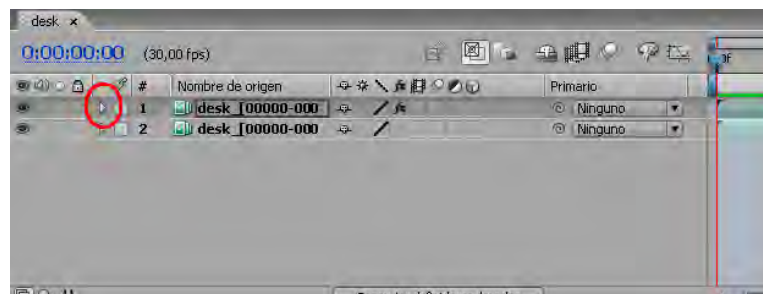


Hemos realizado un ajuste de niveles en la parte seleccionada.

Adobe After Effects dispone de muchísimos filtros diferentes que podemos ir aplicando, dependiendo de nuestro objetivo final y teniendo en cuenta, claro está, nuestros gustos. Esto depende de cada usuario.

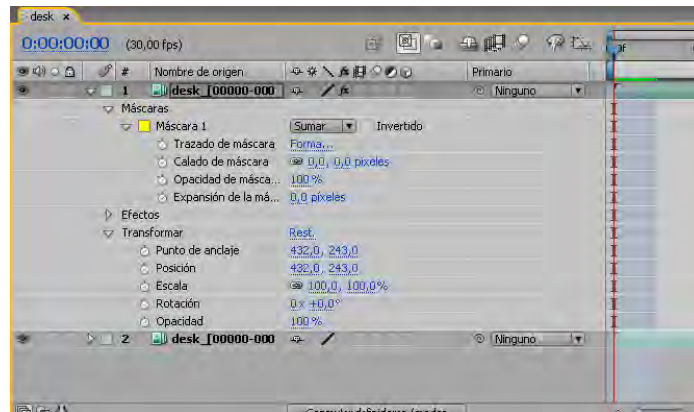
A la hora de crear la máscara con la que ajustaremos la zona a modificar, si no hemos utilizado mucho el programa, es posible que nuestra máscara no quede del todo bien, o tal como queríamos. Para ello, existen una serie de trucos que nos facilitan conseguir una máscara mejor acabada. Uno de ellos es el denominado 'Calado', que consiste en difuminar los bordes de la capa que hemos modificado.

Esta opción, junto con otra serie de parámetros, los podemos encontrar si desplegamos el menú interno de la capa. Para ello tenemos que hacer clic en el triángulo que aparece al lado del nombre de la en la cual hemos creado nuestra máscara.



Triángulo que guarda el menú desplegable para modificar parámetros.

Podemos ver como aparece un menú desplegable en donde podemos modificar diferentes parámetros:



Menú de parámetros desplegado.

De la misma manera, es bueno saber que podemos crear más nodos o puntos con los cuales modificar la máscara una vez la hayamos creado, o borrarlo o modificar su posición. Esto depende mucho también del nivel que adquiramos manejando el programa y de nuestra creatividad.

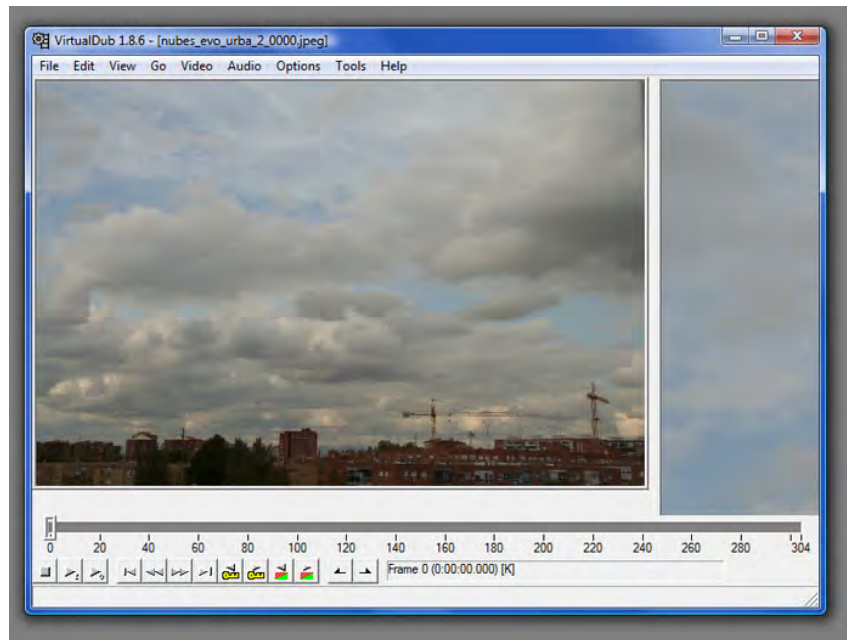
2.3.1.3. Virtual Dub

Los dos programas de la casa *Adobe* descritos anteriormente nos ofrecen, probablemente, la mayor cantidad de opciones existentes en el mercado, pero tienen un gran inconveniente, no son de licencia gratuita. Por eso, vamos a describir a continuación un programa muy útil y gratuito que nos va a servir para convertir nuestra secuencia de JPEG's en un video competitivo.

Virtual Dub es una aplicación de captura/procesamiento de video útil para plataformas Windows de 32 bits y 64 bits (98/ME/NT4/2000/XP/Vista/7) que funciona bajo licencia *GNU General Public Licence (GPL)*.

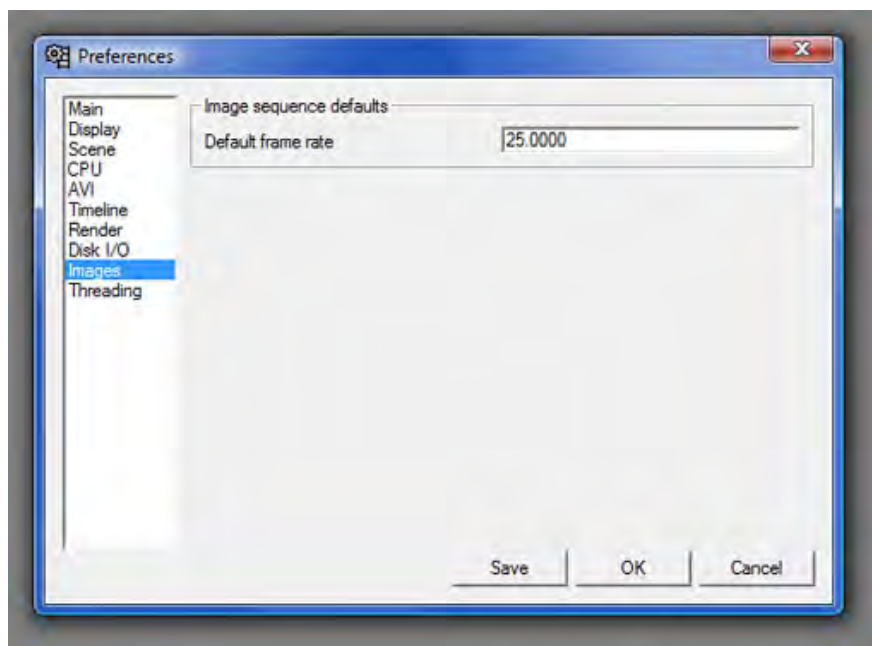
Carece de la potencia de edición de editores tales como '*Adobe Premiere*', pero es más sencillo de utilizar cuando tratamos con operaciones lineales rápidas de video. Dispone de capacidades de procesamiento por lotes para el procesamiento de grandes cantidades de archivos y permite aplicarle filtros de video de terceros. Esta, principalmente, orientado hacia la transformación de archivos AVI, aunque puede leer (no escribir) MPEG-1 y también manejar conjuntos de imágenes BMP [WvdWel].

Es un programa tan sencillo que no es necesario ni instalar. Se copia donde uno quiera y se ejecuta desde ahí mismo. El primer paso para utilizar *Virtual Dub* es ejecutarlo y pasar a cargar nuestra secuencia de fotografías entera. Podremos reproducirla entera en ese mismo instante para comprobar que lo hemos realizado correctamente.



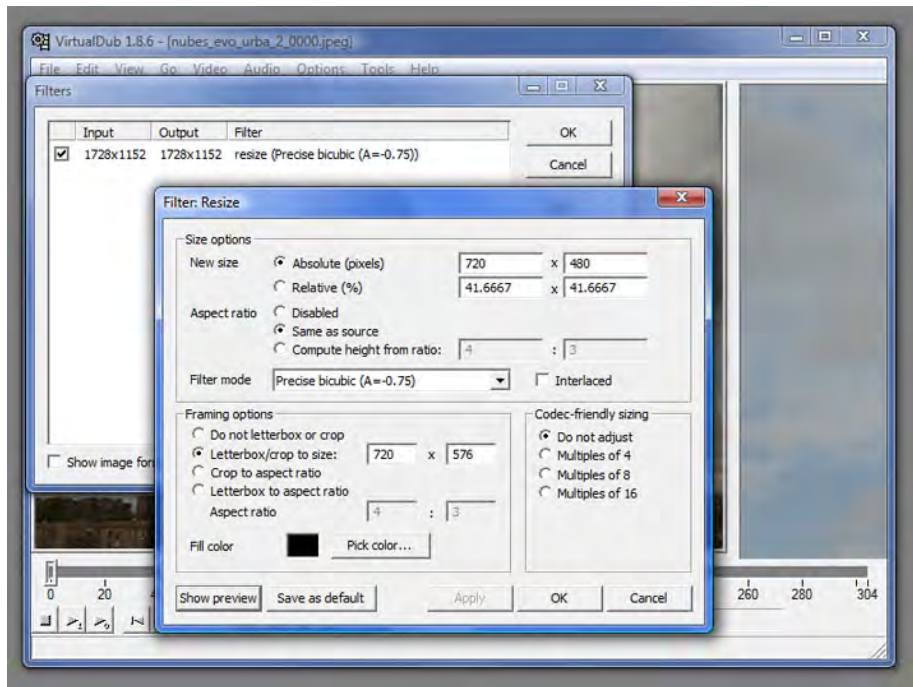
Cargamos nuestra secuencia de imágenes.

En las preferencias, dentro de la sección 'Imágenes', tenemos que configurar la velocidad de cuadros por segundo (FPS) a 25.



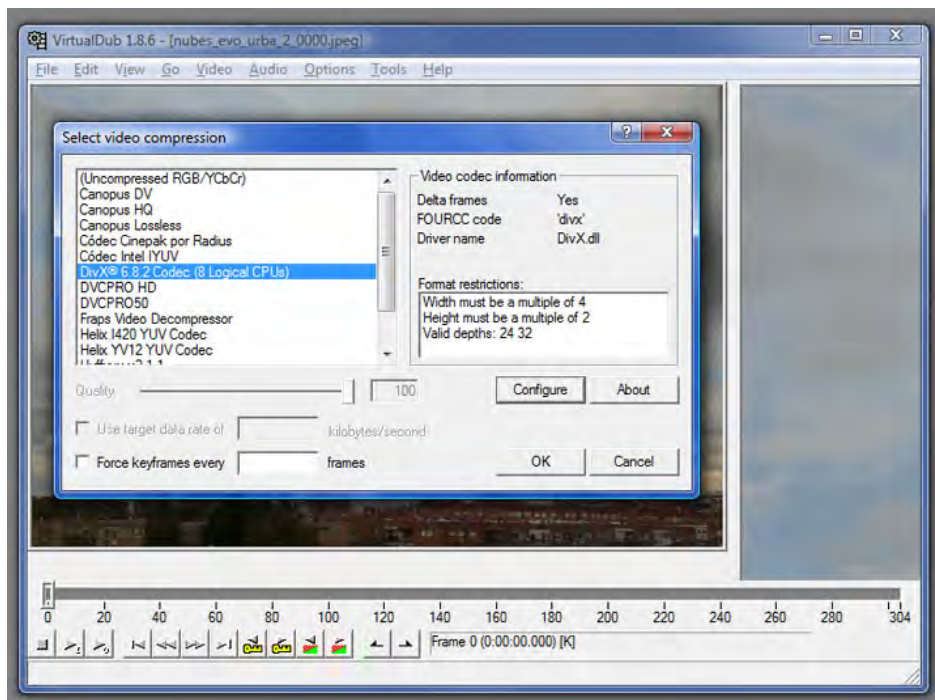
Dentro del menú Imágenes, en Preferencias, para cambiar los FPS.

Puesto que el tamaño de las fotos originales es demasiado grande, previo a exportar nuestra secuencia a video (elegiremos AVI, por ejemplo), añadiremos un 'Filtro de Escalado'. *Virtual Dub* es un programa que viene por defecto con una serie de filtros, uno de los cuales es 'Resize', el que utilizaremos para escalar las fotografías originales. Cambiaremos la resolución a 720x576, la correspondiente con la resolución PAL.



Pantalla del filtro 'Resize', en donde escalaremos las fotografías.

Por último, salvaremos el video AVI con la codificación que queramos (DivX, DVCPRO HD, etc.)



Elegiremos la codificación deseada.

Si bien es cierto que *Virtual Dub* se nos queda pequeño, aunque resulta ser un programa muy adecuado para generar un video Time-Lapse de cierta calidad de manera sencilla y rápida. Además, tiene la ventaja de no necesitar instalación [WtI2Int].

2.3.1.4. The Photographer Efemerics

Hemos estado hablando de programas de edición con los cuales editar, corregir y procesar nuestras fotografías, con el fin de realizar el mejor Time-Lapse posible. Este tipo de software es un software que utilizaremos después de realizar las fotografías, para procesarlas. Pero existe un software novedoso que podemos utilizar antes de realizar las fotografías, y que precisamente nos servirá para poder planificar las mejores fotografías posibles.

Se trata de *'The Photographer's Ephemeris (TPE)'*, programa lanzado por primera vez en el año 2009 y diseñado para planificar las mejores fotografías en el exterior. Mediante TPE podremos programar la mejor luz, posición del sol (amanecer y atardecer), posición de la luna (amanecer y atardecer) y también la hora exacta de entrada y salida de ambos, el sol y la luna [WpeHome].

Podemos disfrutar de la descarga gratuita del programa, requerimientos, estupendos tutoriales, video-tutoriales, últimas noticias etc. en su página de soporte: [WpeSupport]

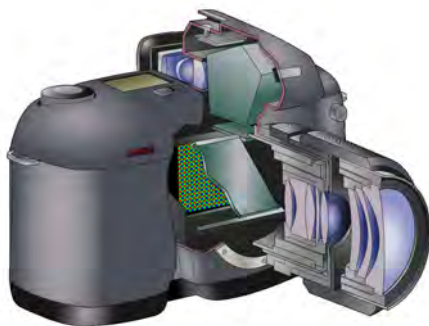
2.3.2. Equipo

2.3.2.1. Cámaras

Una cámara digital es una cámara fotográfica que en vez de captar y almacenar fotografías en películas químicas, como las cámaras fotográficas de película fotográfica, aprovecha el proceso de la fotografía digital para generar y almacenar imágenes [WwkCam].

Las cámaras fotográficas réflex digitales, también denominadas DSLR, están diseñadas de modo muy similar al de las cámaras réflex de película de un objetivo (SLR). Son una evolución de las réflex tradicionales en las cuales se sustituye la película por un sensor de imagen, manteniendo por lo general la compatibilidad en cuanto al uso de los objetivos de las cámaras de película.

Se les denomina réflex ya que poseen un sistema de reflejo de luz por medio de un espejo que gira y que permite percibir con el ojo, por el visor de la fotografía, la misma imagen que será captada por el sensor. Esto se logra mediante un espejo prismático que gira cuando el fotógrafo presiona el botón para fotografiar. El espejo queda expuesto al intercambiar lentes y es extremadamente delicado. No puede ser tocado con los dedos, paños, etc. En la siguiente imagen podemos ver el sistema óptico estándar de una cámara réflex, siendo el espejo aquel que se encuentra más cerca de la entrada de luz [WwkRef].



Sistema óptico estándar de una cámara réflex digital.

Disponen principalmente de dos características fundamentales, el Visor Réflex y el sensor de imagen.

El *Visor Réflex*, es el sistema de reflejo de la luz comentado en el párrafo anterior que nos permite ver a través del visor la escena sin ningún tipo de retardo. Esto se produce gracias a un espejo colocado a 45º y un 'pentaprisma' que conducen e invierten la imagen para que la veamos correctamente a través del visor. En la figura inferior podemos ver claramente la posición de los 2 elementos importantes, el conjunto de espejos y el sensor.



El conjunto de espejos y el sensor.

Por otra parte, el *sensor de imagen*, es el material fotosensible, que en las cámaras analógicas era el negativo, compuesto por píxeles. Normalmente son del tipo CCD (*Charged-Coupled Device*) o CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) y son los que se encargan de retener la imagen. La resolución de los sensores se mide en función del número de píxeles que contienen [WxaQue].

2.3.2.2. Trípodes

El trípode es un aparato de tres partes que permite estabilizar un objeto. Se utiliza para evitar el movimiento propio del objeto. La palabra se deriva de '*tripous*', palabra griega que significa tres pies. El trípode tiene tres patas y su parte superior es circular o triangular.

El trípode fotográfico nos permite preparar montajes que necesiten estar un poco más altos, con la ayuda de las varillas esto es posible. Sirve para fijar la cámara en altura e inclinación lo que evita su movimiento al momento del disparo. Algo que en el proceso de creación de un Time-Lapse resulta un elemento fundamental puesto que las fotografías no pueden aparecer movidas [WwkTri].

A la hora de elegir un buen trípode fotográfico tenemos que tener en cuenta una serie de parámetros, tales como la estabilidad y la rotula.

La **estabilidad** es una de las principales propiedades que le tenemos que exigir a un trípode. Tendremos que comprobar su estabilidad con las patas completamente extendidas, revisar la robustez mecánica de los ajustes, tuercas o pinzas, y tratar de prever cual puede ser su estado después de muchos usos. Hay que tener presente en todo momento que tipo de cámara

tenemos, sobre todo por su peso y por su volumen. Por ejemplo, no necesitaremos el mismo trípode para una SLR con un gran objetivo que para una ultra-compacta.

Por otra parte, tenemos que tener en cuenta también la **rótula** que se trata de la parte del trípode a la cual fijamos la cámara. Los trípodes de gama superior permiten intercambiar las rótulas, mientras que, normalmente, los más económicos traen la rótula fija.

La rótula nos permite conseguir diferentes inclinaciones, ejes de giro y ángulos. No siempre es mejor cuantos más ejes tengamos, a veces es preferible tener un control más fino sobre los ángulos de posición que otra cosa. Tenemos diversos tipos de rótulas, como por ejemplo, 3D, de cremallera, de bola, etc.

Dependiendo del uso que le vayamos a dar o de la situación, por ejemplo, en aquellas en las cuales tengamos que reducir al máximo el equipo fotográfico que llevamos, nos puede ser de utilidad disponer de un *mini-trípode* (tabletop). De manera estándar, suelen proporcionar a la cámara una altura no superior a los 40 cm y como su propio nombre indica, están pensados básicamente para sujetar la cámara en un ángulo determinado sobre una superficie (no el suelo). Nos pueden ser de utilidad en el caso de no poder llevar un trípode normal [WdzQtri].

2.3.2.3. Intervalometro

En el apartado '*2.2.2.1.Intervalometro*' hemos comentado todo acerca de los intervalómetros. Cabe recordar que los intervalómetros son una parte muy importante, y muy útil, a la hora de realizar un Time-Lapse. Sin ellos, no solo nuestras fotografías tendrían intervalos diferentes entre sí, si no que muchas veces, nos resultaría imposible realizar un Time-Lapse.

2.3.2.4. Motiontimer [WmtMt]

Motiontimer es el primer sistema de control de movimiento sobre 3 ejes, en la imagen inferior podemos ver de que se trata, desarrollado para la técnica fotográfica Time-Lapse, que nos permite ejecutar movimientos programados con la cámara con solo unos pocos clics.



Sistema de control de movimiento '*Motiontimer*'.

Para utilizar el '*Motiontimer*' no hace falta saber de electrónica o de cómo funciona el control deslizante. Es muy fácil e intuitivo de usar. Ofrece las siguientes características importantes:

Precisión:

104.000 posiciones diferentes para el carril de 150 cm. Cerca de 1.000.000 de posiciones para movimientos panorámicos. Increíble precisión cuando se trata de mover la cámara alrededor.

Movimiento-disparo-movimiento:

Con el 'movimiento-disparo-movimiento' se pueden realizar disparos con tiempos de exposición del tiempo necesario porque los tres motores que mueven la cámara están sincronizados y se detendrán automáticamente para realizar cada fotografía, sacara la fotografía y después continuara moviéndose hasta la próxima fotografía.

Ahora nos podemos permitir capturar secuencias en movimiento en entornos de poca luz programando el 'Motiontimer' con el tiempo deseado. La cámara se mantendra quieta al sacar la fotografía para después continuar con el siguiente movimiento.

Movimiento vertical:

Podemos utilizar el 'Motiontimer' en cualquier posición: vertical, horizontal, diagonal,...

HDR:

Dispara cuantas fotografías quieras en una misma posición para poder obtener secuencias HDR de gran calidad.

Fotogramas clave:

Puede hacer que el sistema gire para ejecutar diferentes movimientos en los diferentes fotogramas clave. Por ejemplo, podemos realizar un disparo y después hacer girar la cámara para disparar en dirección contraria o incluso cambiar el tiempo de exposición después del primer disparo.

Rampa:

Se puede realizar un arranque suave y después romper en movimiento. Con tan solo un simple movimiento le podemos decir al 'Motiontimer' que realice el primer y el último disparo de manera diferente, de manera progresiva.

Compatibilidad:

El sistema 'Motiontimer' es totalmente compatible con todas las series Canon XXX y XX y con todos los modelos de Nikon.

2.4. Como empezar, elementos básicos [WqsCon]

2.4.1. Planificación

A la hora de realizar un Time-Lapse, por ejemplo de una puesta de sol, no sirve de nada recorrer grandes distancias hasta el lugar que queramos para llegar solo con 2 minutos de margen. Es bien sabido que es mejor medir 100 veces y cortar una, en este caso pasa lo mismo.

Es muy importante que comprobemos el lugar al que vamos, el tiempo, la situación geográfica, el material disponible y el que vamos a necesitar, los horarios necesarios y el tiempo que cada uno necesita para preparar todo,... por ejemplo, en el caso de que vayamos a realizar un Time-Lapse sobre las puestas y salidas del sol tendremos que comprobar el horario de estas, la orientación y otros posibles elementos que puedan entrar en juego. Para este caso en particular es muy buena la herramienta comentada anteriormente (2.3.1.4. *The Photographer's Ephemeris*) que nos permite familiarizarnos con este tipo de parámetros antes de realizar el Time-Lapse.

2.4.2. Elementos básicos

Cuando vamos a realizar un Time-Lapse es muy importante no olvidarnos de ningún elemento técnico necesario, lógicamente, pero también es muy importante ir bien preparado. Tenemos que analizar al lugar al cual nos vamos a mover y añadir cosas tales como el agua, ropa de abrigo o crema protectora para el sol, que son elementos indispensables para pasar las horas necesarias realizando nuestro Time-Lapse de una manera cómoda y segura.

2.4.3. Ajustes básicos de la cámara

Es muy importante a la hora de realizar un buen Time-Lapse que no nos olvidemos de desconectar el modo Automático. Si utilizamos cualquier tipo de automatismo la cámara intentará corregir automáticamente cada cambio de luz, cada fluctuación en el brillo de la escena o la mínima variación de la temperatura de color. Y de haber utilizado JPEG, no habrá vuelta atrás.

2.4.4. Live View

Si disponemos de una cámara SLR y tenemos una buena autonomía, es muy recomendable utilizar constantemente el *Live View*. No solo porque nos permite ir visualizando nuestra toma en tiempo real, si no sobre todo porque al encuadrar a través de la pantalla el espejo permanecerá siempre levantado y no golpeará cuando accionemos el obturador, ahorrándonos así posibles trepidaciones.

2.4.5. Distancia Hiperfocal [WwfDist]

En muchos de los Time-Lapse que vayamos a realizar nuestras fotografías serán de paisajes y teniendo en cuenta esto, tendremos que tener en cuenta la '*Distancia Hiperfocal*'.

La distancia Hiperfocal es la distancia de enfoque en la que se consigue la mayor profundidad de campo, extendiéndose ésta desde la mitad de dicha distancia hasta el infinito. Enfocar en esta distancia nos ayudará a obtener la máxima nitidez en nuestras fotos, en los paisajes por ejemplo.

En la siguiente imagen podemos ver un ejemplo. La distancia hiperfocal que nos permite obtener la máxima profundidad de campo y así dejar todo lo más nítido posible es de 6 metros. Así, nos situamos a 6 metros del sujeto, lo enfocamos y obtendremos la máxima profundidad de campo, que se extiende desde la mitad de la distancia, 3 metros, hasta el infinito.



Ejemplo de la distancia hiperfocal y su cálculo.

La distancia Hiperfocal depende de la distancia focal de nuestra lente, de la apertura de diafragma utilizado y del factor de recorte del sensor de nuestra cámara. De esta manera, ira variando en función del zoom que apliquemos, del número f ajustado y del modelo de nuestra cámara.

2.4.5.1. Cálculo de la distancia Hiperfocal

La fórmula de la distancia hiperfocal es:

$$H = (F * F) / (f * d)$$

H = distancia hiperfocal

F = Distancia focal del objetivo

f = apertura del diafragma

d = diámetro del círculo de confusión

El círculo de confusión es una constante diferente para cada formato de negativo o sensor. De ahí que el factor de recorte afecte a la distancia hiperfocal. Podemos encontrar el factor de cada cámara buscando por Internet, en las páginas oficiales de cada casa.

Para el cálculo de la distancia hiperfocal podemos utilizar tablas como la de la siguiente figura:

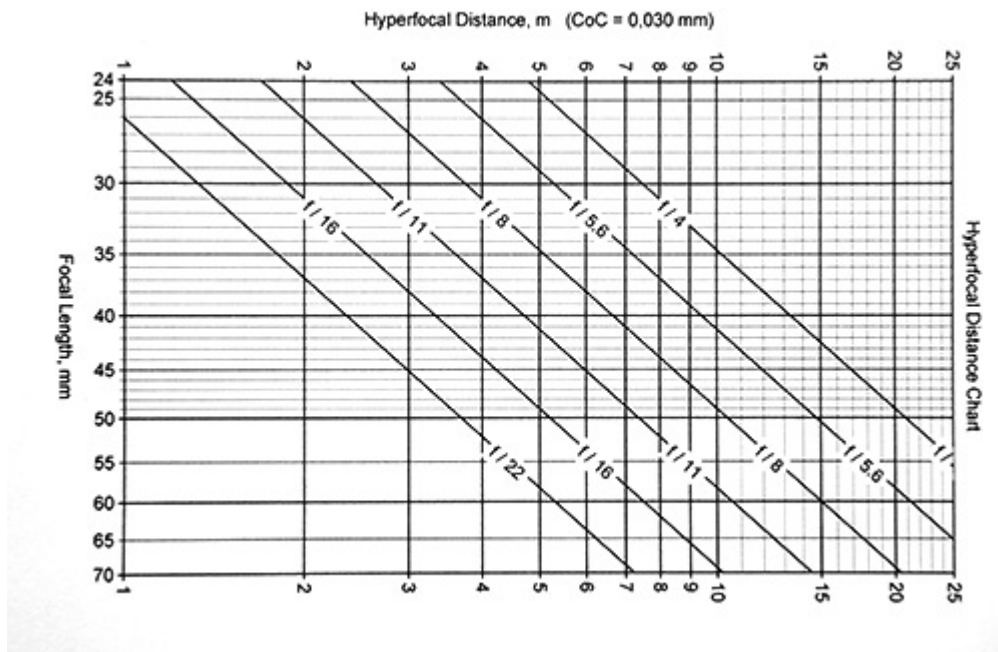


Tabla estándar para el cálculo de la distancia hiperfocal. Cubre una distancia focal entre 24 y 70 mm en una cámara Full Frame.

Con el siguiente ejemplo podemos ver como la distancia hiperfocal (distancia a la que enfocamos) va disminuyendo según disminuye la apertura de diafragma. Si ajustamos la lente a 35 mm de distancia focal y utilizamos una cámara con un factor de recorte del sensor de 1.6, podemos ver como la distancia hiperfocal varía con la apertura:

- **f/2,8:** Distancia hiperfocal de 23,3 metros, si enfocamos a 23,3 metros obtenemos una imagen nítida desde 11,6 metros hasta el infinito.
- **f/8:** Distancia hiperfocal de 8,2 metros, si enfocamos a 8,2 metros obtenemos una imagen nítida desde 4,1 metros hasta el infinito.
- **f/22:** Distancia hiperfocal de 3 metros, si enfocamos a 3 metros obtenemos una imagen nítida desde 1,5 metros hasta el infinito.

En la siguiente imagen podemos ver gráficamente lo explicado anteriormente:



Disminución de la distancia hiperfocal según va disminuyendo la apertura del diafragma.

2.4.6. Flickeos [WqsCon]

Conocemos como *'flickeo'* al efecto indeseado que se produce en los Time-Lapse debido a las ligeras diferencias de exposición entre tomas. La palabra viene del inglés "Flicker", esto es, titilar. Esta diferencia se debe a que el diafragma de los objetivos automáticos, que permanecen completamente abiertos hasta el momento de la obturación, no siempre cierra con la misma apertura. Aunque a veces resulte imperceptible, hay pequeñísimas variaciones entre toma y toma.

Para evitar este problema existen dos soluciones. En primer lugar, desacoplar parcialmente la óptica de nuestra cámara para que se pierda así la conexión digital entre ambas, seleccionando nosotros mismos el diafragma deseado. La segunda opción, utilizar objetivos manuales para asegurarnos que el diafragma se mantiene siempre fijo en la misma posición.

En los siguientes videos, [MtlFlick1] y [MtlFlick2], podemos ver claramente lo que supone sufrir del indeseado efecto del *'flicker'*.

2.5. Técnicas de Time-Lapse

Cuando hablamos de Técnicas de Time-Lapse nos referimos al uso de todas aquellas variaciones de los diferentes parámetros que componen la realización de un Time-Lapse. Es decir, teniendo en cuenta que el tiempo de exposición es un parámetro a tener en cuenta a la hora de realizar un Time-Lapse, si utilizamos, por ejemplo, un tiempo de exposición muy alto podemos crear técnicas como el *'Light Painting'*. De esta manera se crean dos técnicas que describiremos a continuación.

2.5.1. Light Painting

Se trata de una técnica fotográfica en las cuales las exposiciones se realizan moviendo una fuente de luz en la mano (o cualquier otra manera que podamos mover una fuente de luz) o moviendo la cámara.

Esta técnica se remonta al año 1914, cuando Frank Gilbreth, junto con su esposa Lilian Moller Gilbreth utilizaron pequeñas fuentes de luz y un disparo abierto con la cámara para seguir el movimiento de la industria y de los trabajadores de oficina. Man Ray, en su serie de 1935 conocida como “Escritura del Espacio”, fue el primer artista fotográfico conocido en utilizar esta técnica [WwkLPa].

Si bien es una técnica en donde la imaginación juega un papel muy importante, hay una serie de elementos que tendremos que tener en cuenta [WabLP]:

2.5.1.1. Herramientas

2.5.1.1.1. Lentes

Elegiremos el tipo de lente a utilizar dependiendo de la escena. Hay que tener en cuenta que no necesitaremos lentes con grandes aperturas como por ejemplo 2,8, puesto que necesitamos tiempo para pintar. Por lo tanto una velocidad muy baja de obturación = apertura pequeña.

2.5.1.1.2. Flash

El Flash puede resultar una herramienta muy interesante, puesto que fija a la gente y a los objetos en la escena, haciéndolos claramente visibles en fotografías de larga exposición.

2.5.1.1.3. Luces

Podemos utilizar cualquier tipo de luz, que dependiendo de nuestro objetivo, las características de esta luz dependerán del color, el grosor, el brillo que necesitemos, etc. Muchos fotógrafos comienzan experimentando con la luz de su propio teléfono móvil, para después pasarse a todo tipo de bombillas o linternas.

Hay que tener en cuenta que en las ciudades existen muchísimos focos de luz, muchos de los cuales se encuentran en movimiento, movimientos y objetos que podemos utilizar a la hora de plantear un *Light Painting*, como por ejemplo, los coches, trenes,...

2.5.1.1.4. Colores

Para obtener luces de colores, podemos utilizar bombillas de colores en las linternas o filtros de colores que les añadiremos. Pero también podemos utilizar la imaginación y utilizar cualquier cosa que podamos colorear y añadir a nuestra fuente de luz, como por ejemplo, colorear tapones de botellas que posteriormente añadiremos a la linterna, papeles transparentes de colores, etc.

2.5.1.1.5. Otras herramientas

Si cuando vamos a realizar las fotografías estamos solos y somos nosotros mismos los que vamos a pintar necesitaremos un trípode. Tendremos que asegurarnos de utilizar un buen trípode que soporte el peso de la cámara más la lente, la imagen no se puede mover durante el tiempo que este expuesta.

Otra herramienta importante, que además resulta ser una herramienta muy útil para reducir la trepidación de la cámara y las fotografías borrosas es un disparador remoto. Nos

permitirá bloquear el obturador todo el tiempo que necesitemos, de manera remota y sin tocar la cámara.

Por último, y a modo de consejo, suele ser mejor vestir de oscuro, puesto que disminuirá la posibilidad de que seamos visibles en la imagen si nos quedamos en el mismo lugar mientras generamos la pintura.

2.5.1.2. Técnica

A la hora de realizar un *Light Painting* es bueno comenzar disparando la escena sin utilizar la luz para configurar la cámara de la mejor manera posible con el fin de obtener una buena exposición. La escena tiene que estar bien encuadrada y la velocidad de obturación tiene que ser lo suficientemente lenta como para poder captar todo correctamente.

Todo lo que tenemos que pensar es que tenemos que apuntar la luz hacia la lente, no hay que preocuparse, puesto que la luz no va a dañar la lente. Si por ejemplo deseamos integrar las luces de un coche es aconsejable iniciar el rodaje cuando el coche está a punto de desaparecer de la escena.

2.5.1.3. Los elementos

La técnica de *Light Painting* implica diversión y mucha creatividad, como hemos comentado anteriormente. Hay que desarrollar la imaginación y utilizar las formas abstractas, los personajes y los objetos de la mejor manera posible. Tener en cuenta, que los elementos externos también pueden ser incluidos y que una buena observación y planificación de la escena es siempre muy importante antes de empezar.

2.5.1.4. Configuración

2.5.1.4.1. Balance de Blancos

En las escenas urbanas, normalmente, la luz es de color amarillo, es por eso que al principio la mayoría de las fotografías son de color amarillo. Con el fin de obtener el balance de blanco correcto, podemos utilizar una carta de gris compacto como por ejemplo la de '*TrueColors*'.

2.5.1.4.2. Enfocar

A la hora de enfocar, puede ser difícil configurar el foco en un lugar oscuro. Por eso, podemos utilizar uno de los focos de luz para iluminar el área de la escena y realizar el enfoque de la cámara con ello. Una vez realizado este paso, pondremos el enfoque en modo manual para que no se modifique durante la fotografía. Podemos, además, jugar con el zoom de la lente durante la exposición para conseguir efectos interesantes.

2.5.1.4.3. Velocidad de obturación lenta

Hay que configurar diferentes ajustes para obtener la velocidad de obturación que nosotros necesitemos. Bajando el ISO disminuye la sensibilidad y el ruido en las fotografías de larga exposición. La abertura cambia la profundidad de campo y hay que tener en cuenta que cuando se realizan escenas oscuras, una abertura pequeña significa una menor velocidad de obturación. La velocidad de obturación puede ser tan baja como queramos, solamente tenemos que tener en cuenta que la escena tiene que estar bien expuesta.

2.5.2. Tilt Shift

La fotografía 'Tilt-Shift' se refiere a la utilización de movimientos de cámara en cámaras pequeñas o de mediano formato. A veces se refiere específicamente al uso de la inclinación para realizar un enfoque selectivo o, a menudo, para simular una escena en miniatura [WwkTS].

En el artículo 'How to make anything look like a toy', que aparece en la revista *Discovery*, un científico nos explica el porqué de esta ilusión óptica. El ojo piensa que está viendo una maqueta, tal y como podemos apreciar en la imagen inferior, porque estamos acostumbrados a ver las maquetas, objetos pequeños o en miniatura de esta manera.



Imagen con un notable efecto de 'Tilt-Shift'.

“Cuando miras una maqueta de verdad, el ojo se enfoca a una distancia muy corta, de modo que las cosas que quedan un poco más lejos se difuminan muy rápido, de forma similar a este tipo de fotos. Las fotos que tienen brillo natural y están un tanto ‘lavadas’ completan el truco de la pérdida de detalle de los objetos lejanos, que hacen que los objetos enfocados realmente parezcan de una maqueta.(How to make anything look like a toy, Discovery)”
[WmsRM]

El término 'Tilt-Shift' es a veces utilizado cuando simulamos la profundidad de campo con fotografía digital de post-procesamiento; el término se deriva del nombre de las lentes 'Tilt-shift' requeridas para conseguir el efecto de manera óptica.

Abarca dos tipos de movimientos, por una parte, la rotación del plano de la lente con respecto al plano de la imagen, el denominado 'tilt'. Y por otra parte, el movimiento paralelo de la lente con respecto al plano de la imagen, denominado 'shift'.

La inclinación se utiliza para controlar la orientación del plano de enfoque, por lo tanto, para que una parte de imagen aparezca nítida. Se utiliza el principio de 'Scheimpflug'. El

desplazamiento, por otra parte, se utiliza para ajustar la posición del sujeto en el área de imagen sin tener que mover la cámara hacia atrás. Esto suele ser útil para evitar la convergencia de líneas paralelas, como por ejemplo podría pasar al fotografiar edificios altos [WwkTS].

Es un efecto que no tenemos que confundir con “*Depth-of-Field*” (Profundidad de Campo), logrado al poner la lente con un F pequeño (por ejemplo, F1.8, con apertura ancha). Al inclinar la lente, y después desplazarla hacia delante o hacia atrás, conseguimos dos cosas [WelTS]:

1. Conseguimos que se enfoque solo una parte de la imagen, de una manera muy surrealista, puesto que la ‘banda de enfoque’ es proporcional a la inclinación de la lente. Esto significa que podemos tener, por ejemplo, la parte superior y la inferior desenfocada, mientras que tenemos la parte central totalmente enfocada.
2. Logramos cambiar la perspectiva capturada en la lente en una relación matemática que relaciona el plano del sensor con el plano de la lente inclinada.

Al combinar estas dos cosas conseguimos que nuestra mente capte la imagen como si esta fuese un objeto en miniatura captado con una lente desde muy cerca. Tenemos 3 opciones para conseguir este efecto:

1. Podemos comprar lentes especiales diseñadas para este propósito. Existen en el mercado lentes específicas para la mayoría de las marcas populares de fotografía, y aunque resulta la opción más flexible, es al final la más costosa.
2. Podemos construir nuestra propia lente especial. Existen guías en Internet que nos indican cómo, de manera correcta y económica.
3. Podemos comprar ‘*Lensbaby 3G*’, una lente especial disponible para muchas cámaras fotográficas y que nos permite conseguir un efecto similar, incluso en algunos casos igual.

Por otra parte, podemos simular esta técnica mediante ‘*Adobe Photoshop*’. Podemos conseguir el suavizado general y posterior desenfoque parcial de ciertas zonas creando un canal alfa con un degradado adecuado (las áreas negras quedarán enfocadas, es decir, los objetos a resaltar, mientras que las áreas blancas desenfocadas). Una vez creado el canal le aplicamos un filtro ‘*Lens Blur*’, con el canal alfa como ‘*Depth Map*’ [WmsRM].

Cabe señalar la aplicación ‘online’ destacada en la página web *Art&Mobile* (artandmobile.com), con la que podemos cargar una imagen y aplicarle el efecto ‘Tilt-Shift’ con unos sencillos pasos. Podemos además modificar parámetros tales como la saturación de color, el contraste, el brillo o incluso si queremos que el difuminado sea radial o lineal.

Además, podemos descargarnos la aplicación de forma gratuita, tanto para nuestro *iPhone* como para el ordenador personal [WamTS].

2.6. Etalonaje

Concebido tradicionalmente como un proceso de laboratorio cinematográfico, que mediante procesos fotoquímicos consigue igualar el color, la luminosidad y el contraste de los diferentes planos que forman las secuencias de una película de cine, con la llegada del cine digital el concepto de Etalonaje ha ampliado su definición.

El Etalonaje, actualmente, define todo el proceso de posproducción que hace referencia a la corrección de color y al proceso necesario para conseguir la apariencia adecuada de cada secuencia en función de la narrativa de la misma. El etalonaje digital se realiza mediante ordenador y utiliza programas de corrección de color específicos que proporcionan todos los controles sobre la percepción de color. En el cine digital el retoque de color es imprescindible para garantizar la calidad del resultado final.

A la hora de manipular el color tendremos que tener en cuenta un factor muy importante, la calidad del material original. Si nuestro material original es de mala calidad o ha sufrido mucha pérdida de información de color, su corrección y manipulación se puede volver prácticamente imposible. Por lo tanto, lo primero que tenemos que tener en cuenta es conservar la máxima calidad de información de color posible durante todos los pasos del proceso. Teniendo en cuenta que cualquier proceso de corrección de color deteriora de por sí la información original. Todos los parámetros influyen en la calidad de las imágenes, desde el objetivo de la cámara, al formato de compresión utilizado, el submuestreo, el tipo de CCD, etc [WwkEd].

2.6.1. El proceso de Etalonaje [WveEta]

El proceso del Etalonaje digital pasa básicamente por tres pasos importantes:

2.6.1.1. Correcciones Primarias

En la primera fase del proceso se realizan ajustes básicos tales como la luminosidad, el contraste, a si como la corrección de dominantes de los planos. Consiste en dejar la imagen *neutra* y con sus mejores parámetros de luz, color y contraste.

2.6.1.2. Correcciones Secundarias

En esta segunda fase se realizan correcciones más específicas y concretas, solamente en aquellas partes de la imagen en donde, por ejemplo, cambian colores muy concretos, o se dan dominantes a zonas muy determinadas de la imagen. En esta fase las herramientas más utilizadas son las máscaras, los *'trackers'* y las herramientas de selección de colores

Las máscaras nos permitirán seleccionar ciertas zonas de la imagen y aplicar los cambios únicamente en esas zonas. Podemos tener máscaras geométricas sencillas, rectángulos o elipses por ejemplo, o complejas máscaras personalizadas con la forma que queramos. Teniendo en cuenta el video lo más normal es que debamos animar las máscaras mediante *'keyframes'*, para que, aunque la zona del video se desplace o se mueva en pantalla, las máscaras se apliquen siempre a la misma zona.

Teniendo en cuenta esto, una herramienta que podemos utilizar y que nos facilita mucho la animación de máscaras son los denominados *'trackers'*. La función del *'tracker'* consiste en localizar un punto determinado en la imagen y generar de forma automática *'keyframes'* para que sigan a este determinado punto.

No todos los programas de edición ofrecen *'trackers'* como herramienta, y además, únicamente los de gama más alta ofrecen *'trackers'* con suficiente precisión como para poder confiar en ellos de manera habitual. A menudo, resulta más rápido generar *'keyframes'* a mano que con el propio *'tracker'*, puesto que únicamente funcionarán correctamente en situación de buen contraste e iluminación.

Por último, podemos utilizar la herramienta clásica del cuentagotas para seleccionar aquella gama concreta de colores que queramos. Por ejemplo, seleccionar el azul del cielo e intensificarlo, aumentando su saturación y/o contraste mientras que, paralelamente, reducimos el de los demás elementos.

2.6.1.3. Filtros y efectos

Las correcciones primarias y secundarias sirven únicamente para corregir errores y matizar, sutilmente, las imágenes. Posteriormente, dentro del trabajo del colorista, tenemos que conseguir atrapar al espectador de la misma manera que lo puede llegar a hacer la banda sonora. El espectador debe notar que las imágenes le atrapan pero sin saber realmente porque. El trabajo del colorista debe pasar desapercibido, en este caso, la discreción es la mejor arma.

Esta fase resulta ser la más complicada. En primer lugar porque tenemos que tener muy claras las ideas sobre el aspecto que queramos y en segundo lugar porque no siempre nos va a resultar fácil llegar a ese resultado. El color es muy dinámico y los cambios son sumativos. Puesto que es necesario experimentar mucho y el proceso de aprendizaje es lento, casi todas las aplicaciones dedicadas al retoque de color ofrecen una colección de looks predefinidos que nos pueden ayudar en nuestro comienzo.

2.6.2. Herramientas [WwkEd]

Las herramientas de trabajo de que disponemos en la corrección de color nos ayudan a manipular los parámetros de color, contraste y luminosidad de las imágenes. Debemos familiarizarnos con ellos, puesto que son los únicos elementos que nos van a proporcionar una información objetiva de las diferentes características de color de las diferentes tomas.

Contamos básicamente con dos tipos de herramientas, por un lado aquellas que nos permiten ver objetivamente la información de luminosidad, color y contraste (Parades, Vectorscope e histogramas) y por otro lado aquellas herramientas que nos permiten manipular esa información de color de las imágenes (ruedas de color y curvas de niveles).

2.6.2.1. Ruedas de color

Se utilizan para corregir o dar dominantes a las imágenes, suelen tener controles de color, saturación y luminosidad. Normalmente tenemos una rueda de color para las sombras, otra para los medios y otra para las luces.

2.6.2.2. Curvas de niveles

Permiten ajustes más finos en la luminosidad y el contraste de la imagen y normalmente disponemos de una curva por cada color primario y otra para la luminosidad general de todos los colores de la imagen.

2.6.2.3. Parade o curvas de luminosidad

Nos muestran la información, en tantos por cientos, de luminosidad de las diferentes imágenes, de manera que el 0% significa negro y el 100% significa blanco. Podemos visualizar 'parades' de luminosidad generales o bien visualizar la luminosidad de cada uno de los colores primarios (Rojo, Verde y Azul).

2.6.2.4. Vectorscope

Es el que nos da información de los colores que aparecen en la imagen y de su saturación. Nos muestra mediante vectores la información de color de la señal de vídeo de la imagen, de forma que el ángulo nos informa del color que es y su longitud de la saturación.

2.6.3. Programas para el Etalonaje

Hasta no hace mucho tiempo el Etalonaje estaba reservado a sistemas de tratamiento de color muy avanzados. Actualmente la corrección de color está prácticamente al alcance de cualquiera, y casi todos los programas de edición de vídeo cuentan con herramientas necesarias para poder realizar los diferentes ajustes.

No obstante, podemos distinguir dos tipos de aplicaciones o software, según estén destinados al uso en ordenadores personales, especialmente destinados a realizar correcciones en formatos HDTV, o a su utilización en plataformas específicas destinadas al cine digital 2K, 4K y 3D. Entre los dos tipos distinguimos una serie de software's:

HDTV:

- Color (Final Cut Studio, Apple).
- Adobe Premiere Pro.
- Vegas, Sony.
- Grass Valley Edius.

Cine Digital:

- Quantel.
- Lustre.
- Base Light.
- Iridas.

2.7. ¿Qué usos le podemos dar?

2.7.1. Publicidad

Se puede incluir el Time-Lapse en la publicidad, y de hecho el año 2011 fue el año del Time-Lapse en la publicidad, como una manera diferente de contar historias o de querer vender productos.

Como hemos dicho anteriormente, con la técnica del Time-Lapse podemos contar y/o realizar cosas que con el video no podríamos hacer, y es por esto que se está utilizando mucho el Time-Lapse como nuevo recurso expresivo en el mundo de la publicidad.

2.7.2. Programas de TV

De la misma manera que en la publicidad, en la TV también se buscan muchas veces maneras diferentes de contar las cosas y es por eso que el Time-Lapse está creciendo en el mundo de la TV, hasta tal punto de aparecer, junto con los ayudantes de cámara, de fotografía, etc. la figura del 'Time-Lapser'. Que sería la persona encargada de realizar los Time-Lapse que la empresa quiera, pensando la mejor manera de expresar cosas que con otras técnicas no podríamos expresar.

2.7.3. *Eventos*

Para promocionar eventos y dar publicidad de ellos y para recoger lo sucedido durante los eventos. Documentar eventos de una manera diferente

2.7.4. *Seguimiento de obras*

Abordar seguimientos de obras, tales como construcciones de edificios, mediante la técnica del Time-Lapse, que supone un descenso importante del cómputo de memoria necesario con respecto al video.

El seguimiento de una obra arquitectónica con una cámara de video supondría tener una cámara de video grabando durante, por ejemplo, uno o dos años, lo que supone necesitar de una memoria increíble para documentar todo un proceso, que ya de por si es lento. Con el Time-Lapse no necesitamos tanta memoria, puesto que las fotografías en si no ocupan la misma cantidad de memoria que el video, lo que supone un ahorro económico importante. Sin contar la mayor manejabilidad que dan las cámaras de fotografía con respecto a las cámaras de video.

2.7.5. *Naturaleza*

La técnica del Time-Lapse está siendo utilizada también para contar el crecimiento o desarrollo de fenómenos de la naturaleza, tales como el crecimiento de una flor, la metamorfosis de un insecto o incluso el desarrollo paisajístico que supone la evolución de las nubes sobre una montaña en un día nublado o la evolución de una puesta de sol o amanecer.

2.7.6. *Promoción Turística*

Incluso las comunidades autónomas y el estado están utilizando esta técnica para promocionar los elementos destacables de su tierra y dar de esta manera un nuevo punto de vista de sus cualidades más importantes.

Existen claros ejemplos de videos de promoción del Gobierno Español, tanto para publicitar sus autonomías como para publicitar sus diferentes recursos gastronómicos, culturales y sociales desarrollados mediante Time-Lapse. Se quiere expresar, de esta manera, el avance tecnológico por el cual apuesta una nación a la hora de realizar estas promociones y dar una imagen actual de desarrollo.

2.7.7. *Time-Lapse creativo*

Mucho más allá de la creación del Time-Lapse para contar un suceso puntual en la naturaleza o en la vida cotidiana de un acontecimiento, el Time-Lapse es una técnica visual que está siendo explotada de manera creativa. Dando diferentes puntos de vista creativos a diferentes videos, aportando, de esta manera, frescura al mundo audiovisual.

2.8. Material adicional

2.8.1. Páginas web destacables

<i>Timelapses.tv:</i>	http://timelapses.tv/	[WtITim]
<i>Motiontimer.com:</i>	http://motiontimer.com/	[WmtMt]
<i>Luisaldevilla.com:</i>	http://luisaldevilla.com/	[WlcCom]
<i>Xatakafoto.com:</i>	http://www.xatakafoto.com/	
<i>Canonista.com:</i>	http://www.canonistas.com/	
<i>Timelapses.es:</i>	http://www.timelapses.es/web/	
<i>BBKwebTV:</i>	http://bbkwebtv.es/category/salabbk/	

2.8.2. Videos destacables

Página de 'Vimeo.com' de 'Timelapses.es' [WtIVimeo]:	http://vimeo.com/actpower
'Mindrelic.com' pagina del fotografo 'Josh Owens':	http://www.mindrelic.com/

- *Mindrelic - Manhattan in motion* [MmdJosh1]
- *Sacred Lands - Eastern California - Mindrelic Timelapse* [MmdJosh2]
- *NYC - Mindrelic Timelapse* [MmdJosh3]

Video Tutorial BBKwebTV:

1. Video vs Fotografía: [Mbbk01]
2. Disparo de fotografias a intervalos: [Mbbk02]
3. Consideraciones basicas: [Mbbk03]
4. Equipo de trabajo: [Mbbk04]
5. Captura y Edicion: [Mbbk05]
6. Tecnicas Timelapses: [Mbbk06]
7. Diferentes usos del Timelapse: [Mbbk07]
8. Experiencia de Nilo Merino con Tom Lowe: [Mbbk08]
9. Sistemas de control de movimiento: [Mbbk09]
10. Nilo Merino sobre iluminación: [Mbbk10]
11. Reflexión de Nilo Merino sobre el tiempo: [Mbbk11]

3. HDR

3.1. ¿Qué es el HDR?

HDR, *High Dynamic Range*, o también conocido como HDRI, *High Dynamic Range Imaging*. Imágenes de alto rango dinámico, en procesamiento de imágenes, gráficos por ordenador y fotografía es conocido como el conjunto de técnicas que permiten un mejor rango dinámico de luminancias entre las zonas más claras y las más oscuras de una imagen del que las técnicas de imagen digital estándar o métodos fotográficos son capaces de ofrecer. Este rango permite representar con más exactitud el extenso rango de niveles de intensidad que encontramos en las escenas reales.

El origen de las imágenes HDR es doble, por una parte, gracias al renderizado por ordenador, y por otra parte, gracias a la mezcla de múltiples fotografías. Estas a su vez son conocidas como fotografías de bajo rango dinámico (LDR, *Low Dynamic Range*). Explicaremos ambos orígenes más adelante [WwkHDR1].

Mientras que las imágenes 'normales', un bitmap (JPEG, TIFF, BMP,...), son imágenes de bajo rango dinámico, las cuales son representadas con 8 bits por pixel y con valores entre 0-255 (en RGB) para describir los diferentes canales, las imágenes HDR tienen la propiedad de que los valores de cada pixel son proporcionales a la cantidad de luz que recibe cada pixel. Un pixel en una imagen HDR se define por los números en coma flotante, como 0.943234 o 543426.0434, sin límite superior definido como en 0-255 [WtrHDRI&L].

3.2. Historia del HDR [WwkHDR1]

La primera idea pionera en utilizar varias exposiciones para intentar acaparar un rango dinámico demasiado grande de luminancia fue de Gustave Le Gray en 1850. Le Gray intentó renderizar vistas marinas mostrando a la vez el mar y el cielo, renderizado que fue imposible para la época, dado que el rango de luminancia era demasiado grande. Para ello, Le Gray, utilizó un negativo para el cielo y otro, con una exposición mayor, para el mar, combinando ambos en una sola imagen en positivo.

Originalmente las técnicas de realización de imágenes HDR fueron desarrolladas durante las décadas de 1930 y 1940 por Charles Wyckoff. Wyckoff implementó el remapeado de tonos locales vecinos para combinar de diferentes formas las capas de la película expuestas en una sola imagen de un rango dinámico superior. Sus imágenes detalladas sobre las explosiones nucleares aparecieron en la portada de la revista 'Life' a mediados de los años 40.

Durante los años 80, dadas las limitaciones impuestas por la capacidad de procesamiento de los ordenadores, no tuvo un uso muy extendido, si bien la conveniencia del HDR ha sido reconocida durante décadas.

Posiblemente la primera aplicación práctica de HDR fue en la industria del cine a finales de los años 80. En 1985, Gregory Ward creó el formato de archivos de imagen RGBE de radiancia, que fue el primer formato de imagen HDR.

En 1988, el equipo del Instituto Technion de Israel, liderado por el profesor Y.Y. Zeevi, aplicó a las cámaras de video el concepto de vecindad del mapeado de tonos de Wyckoff, solicitando una patente de su concepto en ese mismo año. En 1993 se presentó la que sería la

primera cámara médica comercial, que realizaba capturas de múltiples imágenes con distintas exposiciones en tiempo real, y que producía imagen de video HDR.

Las técnicas de imagen HDR modernas utilizan una aproximación completamente diferente basada en la realización de una luminancia o mapa de luz de gran rango dinámico, utilizando únicamente operaciones globales sobre imágenes (sobre la imagen completa), y realizando, posteriormente, un mapeado de tonos sobre el resultado. El HDR global fue introducido por primera vez en 1993, dando resultado a una teoría matemática sobre varias imágenes expuestas de manera diferente que trataban sobre la misma materia. La teoría fue publicada por Steve Mann y Rosalind Picard.

Desarrollaron y patentaron el método HDR global para producir imágenes digitales de un amplio rango dinámico en el Laboratorio de Medios MIT. Este método incluía un procedimiento que consistía en dos pasos. Primeramente se generaba un array de imágenes de coma flotante sólo mediante operaciones globales (operaciones que afectan a todos los píxeles por igual, sin fijarse en sus alrededores). Y segundo, se convertía ese array en imagen, utilizando un procesamiento local por zonas (remapeado de tonos, etc.) en una imagen HDR. El primer paso se denomina *“imagen de poco espacio”* o *“mapa de radiancia”*. Un beneficio del proceso de creación de imágenes HDR global es que proporciona acceso a la luz intermedia o al mapa de radiancia, que ha sido utilizado para la visión por ordenador y otras operaciones de procesamiento de imágenes.

En 1997, la técnica de HDR global que combina varias imágenes expuestas de manera diferente para producir una única imagen HDR fue presentada a la comunidad de desarrolladores de gráficos por ordenador por Paul Debevec. Este método fue desarrollado para producir una imagen de gran rango dinámico desde un conjunto de fotografías tomadas con un rango de exposiciones.

Con la creciente popularidad de las cámaras digitales y el software de fácil manejo, el término HDR ha pasado a ser utilizado popularmente para referirse a este proceso. Esta técnica de composición es diferente (y puede ser de mucha menor o mayor calidad) que la producción de una imagen desde una única exposición con un sensor que abarque un gran rango dinámico. El mapeado de tonos, por otra parte, es también utilizado para mostrar imágenes HDR, procesadas mediante *“Tone Mapping”*, en dispositivos con un rango dinámico menor, como por el ejemplo, una pantalla de ordenador estándar.

Posteriormente, ya en el año 2005, el software de edición *‘Adobe Photoshop CS2’* introduce la función que permite combinar varias imágenes para formar un HDR. Con unos archivos procesados permite a los fotógrafos crear imágenes con facilidad.

3.3. Rango Dinámico

Antes de explicar la importancia del rango dinámico para el HDR vamos a definir unos conceptos básicos, como son *‘El valor de exposición EV’* y *‘f/stops’* o *‘Puntos de diafragma’*.

3.3.1. Valor de exposición [WwkVEx]

Se denomina valor de exposición a un número que resume las dos cantidades de las que depende la exposición: el tiempo de exposición y la apertura. Se basa en el listado de las series de números f de diafragma y de tiempos de obturación.

El valor base es 0 y corresponde al valor para el diafragma f:1 y el tiempo de obturación t de 1 segundo. Sube o baja una unidad por cada paso. Presenta la cualidad de indicar con un mismo número combinaciones diferentes de tiempo y diafragma asociadas a una misma exposición, e indicándonos de una manera sencilla si el sensor recibirá o no la cantidad correcta de luz durante la toma. Los valores de exposición son una escala logarítmica de base 2 definida matemáticamente como:

$$EV = \log_2 \left(\frac{N^2}{t} \right) \approx 3.32 \times \log_{10} \left(\frac{N^2}{t} \right)$$

1. **N** es la apertura relativa (numero f)
2. **t** es el tiempo de exposición en segundos (Velocidad de obturación)

Cada incremento de 1 en el valor de exposición corresponde al cambio de un paso, o más comúnmente 'stop', en la exposición. Por ejemplo, la mitad de la exposición, ya sea por disminuir a la mitad el tiempo de obturación o por disminuir a la mitad el área de apertura, o una combinación de cambios de ese tipo. Mayores valores de exposición son más apropiados para fotografía en situaciones con más iluminación o para películas más sensibles.

3.3.2. Puntos de diafragma (f-stops) [WwkFn]

En óptica, el numero f (también denominado *f-stop*) de un sistema óptico es la relación entre la longitud focal del objetivo y el diámetro de la entrada del objetivo. Se trata de un numero adimensional que mide la velocidad de la lente.

Es la medida utilizada para medir las diferencias en el valor de exposición EV, medida que sirve para medir el rango dinámico. Matemáticamente se expresa como **f/D**, en donde **f** es la distancia focal, mientras que **D** es el diámetro de apertura efectiva. En la siguiente figura podemos ver un ejemplo con diferentes 'f-stops'.

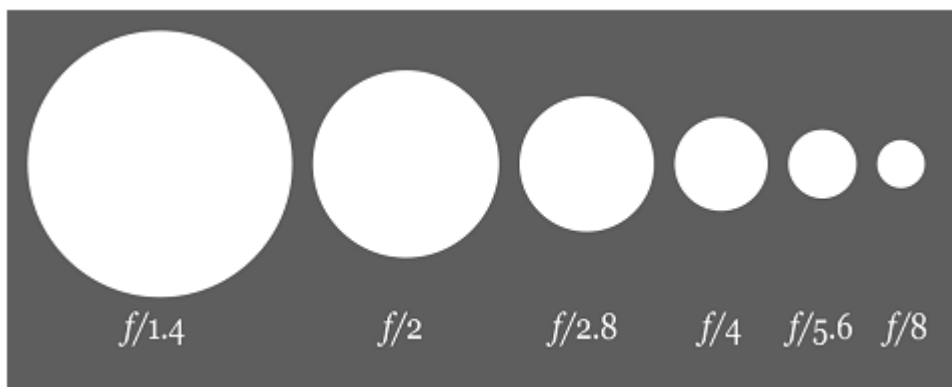


Diagrama de diferentes aperturas. Incrementando el número f en un paso cada vez, podemos ver como por cada paso se reduce a la mitad la cantidad de luz que se obtiene.

3.3.3. Rango dinámico:

Es un concepto físico aplicable a cualquier señal que varíe en función de una determinada variable independiente, y mide la relación existente entre los valores máximo y mínimo que la

amplitud de dicha señal adquiere para todo el conjunto de posibles valores de la variable de la que depende.

En el caso que nos ocupa, la imagen, es una intensidad luminosa y la variable de la que depende será la localización espacial de la misma, regida por unas coordenadas sobre un sensor, una escena, o cualquier otra referencia espacial. El rango dinámico de una escena consistirá en la relación existente entre la mayor y la menor luminosidad que aparezcan en la misma.

Análogamente, el rango dinámico de un sensor vendrá dado por la relación entre la máxima exposición que dicho sensor sea capaz de captar antes de saturarse y la mínima luminosidad que puede registrar con detalle en las sombras. Este aspecto depende de nuestra consideración sobre el ruido en el sensor.

El rango dinámico se expresa de forma relativa como el cociente entre las amplitudes máximas y mínimas que alcanza la señal. De ese modo, se constituye como una magnitud adimensional que simplemente viene a indicarnos, por ejemplo en el caso de una señal luminosa, cuanto mayor es la luminosidad máxima de la imagen o escena respecto a la menor luminosidad presente en la misma. Numéricamente podemos expresar el rango dinámico de dos maneras diferentes [WglQRD].

El rango dinámico se mide en diferencias de valor de exposición EV (medido por puntos de diafragma, *f-stops*) entre las partes de la imagen más claras y más oscuras que muestran detalle. Un incremento de un EV o un paso es una duplicación de la cantidad de luz.

Está determinado por la capacidad de recuperar información de luminosidad que tiene el dispositivo de captura, bien sea de un sensor digital o bien de una película fotosensible. La calidad potencial de una imagen fotográfica no sólo depende de variables como la resolución y el contraste, la resolución tonal y el rango dinámico son también variables determinantes para la calidad de la imagen fotográfica [WwkLEp].

3.3.3.1. Expresar el rango dinámico [WglQRD]

3.3.3.1.1. *Expresión lineal*

Si, por ejemplo, tenemos en cuenta una imagen en donde la región más luminosa tiene una intensidad 10000 veces mayor que la región menos luminosa de la misma imagen, entre ambas regiones habrá una relación lineal de luminosidades de 10000 a 1, es decir, un rango dinámico de 10000.

En ocasiones, el concepto de rango dinámico se refiere como una relación de contraste. En la anterior escena por ejemplo se expresaría como de 10000:1. Sin embargo, estas cifras lineales, debido a su gran magnitud y por ser poco descriptivas, no son del todo prácticas. Recurrimos, por ello, a escalas más manejables y que, a su vez, acordes a la respuesta del propio ojo humano.

3.3.3.1.2. *Expresión logarítmica*

Mediante este tipo de expresión surge un tipo de representación comprimida del rango dinámico mediante la escala logarítmica, que resulta mucho más intuitiva y que en este caso está directamente relacionada con el mundo de la fotografía. Se trata de los Pasos de Diafragma, denominados EV (*Exposure Value*, valores de exposición).

3.3.3.1.3. Convertir rango dinámico lineal a EV

Para ello tenemos que tener en cuenta el concepto de paso de diafragma, explicado anteriormente (XXX. Puntos de diafragma). Así, para convertir una medida lineal de rango dinámico en diafragmas basta con calcular el logaritmo en base 2 de la medida lineal:

$$DR_{EV} = \log_2(DR_{lin})$$

El logaritmo en una base A cualquiera puede expresarse en función del logaritmo en cualquier otra base B, con la siguiente expresión $\log_A(x) = \log_B(x) / \log_B(A)$. La fórmula de conversión vista la podremos calcular en función del logaritmo neperiano o del logaritmo en base 10 del siguiente modo:

$$DR_{EV} = \ln(DR_{lin}) / \ln(2) = \log_{10}(DR_{lin}) / \log_{10}(2)$$

Si tenemos en cuenta el ejemplo anterior y aplicamos las siguientes fórmulas podremos calcular un rango dinámico de: $\ln(10000)/\ln(2) = 13,29EV$ ó 13,29 diafragmas

En este tipo de unidades subir un paso de diafragma (+1 EV) equivale a duplicar la luminosidad, mientras que bajar un paso (-1 EV) implica pasar a la mitad de la luminosidad original. El ojo humano percibe cualquiera de estos dos incrementos como de la misma magnitud.

Por el contrario, en la escala lineal estaríamos hablando de luminosidades con relaciones 2, 4 y 1 respectivamente, que podrían llevar a pensar que duplicar la luminosidad (pasar de 2 a 4) debiera resultar perceptivamente más notorio que dividirla entre 2 (es decir, pasar de 2 a 1) cuando no resulta así.

3.3.3.2. Rango dinámico digital

Cuando hablamos sobre el espacio entre “fotositios” en el sensor es más correcto hablar de espaciado entre “píxeles”. El tamaño real de las celdas que capturan la luz depende de la superficie del sensor que queda ocupada por dispositivos (circuitos) que procesan la señal luminosa y transportan la carga eléctrica resultante hacia los bordes del mismo.

Tradicionalmente han sido los sensores CCD (del tipo ‘Full-frame’, o ‘Frame-transfer’, muy similares) los que ofrecían mayor superficie sensible a la luz, si bien los sensores CCD de tipo ‘interline transfer’ y los CMOS han experimentado grandes mejoras en este sentido (los CMOS tienen un ‘fill-factor’ típico en torno al 60%, con ayuda de microlentes). Una reducción del tamaño de los circuitos plantea problemas de recolección y medición de la carga eléctrica generada por las fotocélulas [WwkLEp].

El ‘fill-factor’ se define como la relación entre la potencia máxima real obtenible, al producto de la tensión del circuito abierto y la corriente en cortocircuito. Es un parámetro clave para evaluar el rendimiento de las células solares [WwkSc]. Por otra parte, las microlentes, son lentes muy pequeñas con generalmente un diámetro inferior a un milímetro (mm) y a menudo tan pequeñas como 10 micrómetros (micras) [WwkML].

3.3.3.3. Gamma lineal en la imagen digital [WwkLEp]

El rango dinámico es la razón entre el máximo nivel de luminosidad que es capaz de medir el sensor antes de saturarse y el mínimo nivel descontando el ruido de lectura. Fuera de este rango la cámara percibe un negro o un blanco absolutos. Este depende, fundamentalmente, del tamaño real de las fotocélulas y de la capacidad de diferenciar matices del conversor analógico-digital. Este rango dinámico se mide (en fotografía) en ‘pasos’ (stops), en una escala logarítmica en la que cada ‘paso’ implica doblar la cantidad de luz del paso anterior. Existe un problema importante debido al carácter lineal del soporte digital que almacena la información fotográfica, frente al carácter logarítmico de la información luminosa.

El rango dinámico es como la longitud total de una escalera, en donde la profundidad de bits viene a ser el número de escalones, teniendo en cuenta que la altura de estos escalones no es la misma. En la parte inferior de la escalera (sombras) los escalones son más escasos en número y muy altos. Conforme vamos subiendo (más luz) estos se hacen más numerosos y más bajos.

3.3.3.4. Límites del Rango Dinámico [Wg|QRD]

El rango dinámico de un sensor tiene elementos delimitadores, es decir, que dan lugar a que el rango dinámico que sea capaz de captar nuestro sensor sea reducido.

Por una parte, el extremo superior vendrá limitado por la saturación del mismo. Como cualquier dispositivo electrónico, en la zona inmediatamente previa a la saturación el sensor empieza a tener ciertos comportamientos aléales. En términos de rango dinámico esta zona es muy reducida por lo que supone una buena aproximación considerar que el límite superior utilizable del sensor es la propia saturación.

Por otra parte, hay que delimitar las prestaciones del sensor en el extremo contrario, es decir, “las sombras”, en donde nos encontramos con dos parámetros determinantes: el número de bits con el que se codifica el archivo RAW y el ruido:

3.3.3.4.1. Limitación debida al número de bits del archivo RAW

El sensor es un dispositivo que presenta una gran linealidad, es decir, si genera un nivel digital dado al recibir un estímulo de luminosidad determinada, al reducir el estímulo luminoso a la mitad lo hará también el nivel generado por el sensor.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el sensor codifica las señales luminosas en valores de N bits, lo que da lugar a un rango limitado de posibles niveles enteros para representar cada nivel de luminosidad recibida. Es decir, para sensores de 12 bits el número de niveles lineales disponibles será como mucho de $2^{12} = 4096$, dando lugar a un rango de 0 – 4095.

Con la linealidad y los bits podremos calcular cuántos diafragmas pueden entrar en el rango dinámico del sensor así como el número de niveles que van a dedicarse a codificar cada uno de los diafragmas.

En el caso más favorable el nivel máximo de señal admisible generará un nivel de 4095. En el caso en el que reduzcamos en 1 EV la exposición, teniendo en cuenta la relación lineal expresada anteriormente, el límite inferior de este diafragma superior caerá en el nivel mitad del máximo, es decir, 2048. Subexponiendo 1 EV adicional tendremos que el límite inferior del

segundo diafragma será la mitad de ese valor, 1024. Y así sucesivamente hasta tener asignado un rango de niveles para cada uno de los diafragmas. Tendremos la siguiente distribución:

0 EV (1 diafragma):	2048 niveles
-1 EV (2 diafragma):	1024 niveles
-2 EV (3 diafragma):	512 niveles
-3 EV (4 diafragma):	256 niveles
-4 EV (5 diafragma):	128 niveles
-5 EV (6 diafragma):	64 niveles
-6 EV (7 diafragma):	32 niveles
-7 EV (8 diafragma):	16 niveles
-8 EV (9 diafragma):	8 niveles
-9 EV (10 diafragma):	4 niveles
-10 EV (11 diafragma):	2 niveles
-11 EV (12 diafragma):	1 nivel

El rango de 12 bits es capaz de albergar un total de 12 diafragmas. Generalizando, podríamos decir que un sensor de N bits podrá registrar, en una codificación lineal, un máximo de N diafragmas. Por lo tanto, el rango dinámico que es capaz de codificar un sensor tiene un límite físico infranqueable de tantos diafragmas como bits codifiquen sus archivos RAW (12, 14, 16,...).

Pero no por ello podemos llegar a la conclusión de que el rango dinámico de un sensor digital equivale al número de bits que contienen sus archivos RAW, en absoluto. Dedución equivocada debido a la insuficiencia de niveles con los que son representados los diafragmas más bajos.

Teniendo en cuenta la escasa cantidad de niveles tonales disponibles para representar los diafragmas inferiores de la escena, es decir, 8 niveles para el 9º diafragma (-8 EV) hasta un único nivel para el 12º diafragma (-11 EV), es lógico llegar a la conclusión de que esta escasez de niveles conduce a problemas de posterización (conversión o reproducción de una imagen de tonos continuos para obtener otra imagen en la que sólo hay unos pocos tonos diferenciados, [WwkPost]) en las sombras, en el caso de que queramos utilizarlos para albergar información útil.

No existe un criterio definido que determina la cantidad de tonos necesarios para representar un diafragma sin posterización, principalmente porque depende del nivel de brillo y contraste con el que aparecerá dicho diafragma en la imagen final postprocesada. Y porque existe una limitación para el rango dinámico que, en general, va a ser superior a la introducida por los bits del archivo RAW. Se trata del ruido en “las sombras”.

3.3.3.4.2. *Limitación debida al ruido*

Una característica típica de los sensores digitales es la de captar la imagen con una peor relación señal ruido en cuanto menor sea el grado de exposición. En una escena con un rango dinámico determinado, aquellas partes del sensor correspondientes a las zonas más oscuras de la misma tendrán una exposición menor, y por lo tanto, una peor relación señal ruido.

A medida que se va haciendo lo bastante grande en relación a la señal, este ruido enmascara la imagen útil destruyendo las texturas que en realidad queríamos captar. Esta destrucción de texturas o interferencia del ruido en las sombras es la que delimita el rango

dinámico útil del sensor en los diafragmas bajos (en los diafragmas altos el único límite es la saturación).

El ruido en las sombras es el verdadero limitante del rango dinámico de un sensor, puesto que a partir de cierto diafragma hace inutilizable la información captada. Teniendo en cuenta el sistema captor, podemos destacar la siguiente definición: *“El rango dinámico de un aparato de instrumentación como un amplificador o un analizador es la proporción entre la señal más pequeña que percibirá sin contaminación de ruido, y la señal más grande que aceptará sin que ocurra una sobrecarga”*.

Puesto que el ruido en las sombras es el limitante del rango dinámico, la mejor manera para lograr un gran rango dinámico será el *“derecheo del histograma”* (3.3.4. *Derecheo del histograma*) con el menor valor ISO posible (3.3.3.5. *Influencia del ISO en el rango dinámico*), puesto que esta es la forma de minimizar dicho ruido.

3.3.3.5. Influencia del ISO en el rango dinámico [WglQRD]

Teniendo en cuenta cómo actúa el ajuste de ISO, el cual consiste en una amplificación analógica de la señal entregada por el sensor, para una misma exposición del archivo RAW nuestra imagen será más ruidosa cuanto mayor sea el ISO escogido.

Teniendo en cuenta lo comentado respecto al ruido, este hecho tiene como efecto inmediato una reducción del rango dinámico útil. Podemos decir que el rango dinámico se reduce del orden de medio paso de diafragma cada vez que duplicamos el valor del ISO. Teniendo en cuenta, claro está, que hablamos de un mismo grado de exposición en el archivo RAW para las dos imágenes comparadas.

Por ejemplo, entre dos tomas perfectamente derecheadas, una con un valor de ISO mayor que la otra, la primera siempre presentará más ruido que la segunda y por lo tanto será capaz de codificar un menor rango dinámico.

Por el contrario, en el caso de que tengamos una escena en la que la escasez de luz ha propiciado que incluso a la máxima apertura de diafragma y con el mayor tiempo de exposición que nos podemos permitir la toma quede subexpuesta, es decir, no logremos derecharla, el menor ruido y máximo rango dinámico lo lograremos subiendo el ISO todo lo posible para, de esta forma, derechar la toma. Siempre sin llegar a quemar las altas luces.

3.3.4. *Derecheo del Histograma*

El histograma es una representación gráfica que representa los diferentes niveles de luminosidad recogidos en la imagen, en la parte izquierda se representan los tonos más oscuros, mientras que en la parte derecha lo hacen los más claros. Las cámaras fotográficas recogen mucha más información en la parte derecha del histograma que en la parte izquierda, lo que significa que cuanto más información haya en la zona derecha del histograma, mayor calidad general tendrá la imagen.

El derecheo del histograma es una técnica que consiste en aprovechar el máximo posible la parte derecha del histograma, de tal forma que las sombras tengan el menor ruido posible. El objetivo es que, a la hora de hacer una fotografía, las partes de mayor luminosidad de la foto en las cuales queramos mantener detalle (y no quemar) se encuentren lo más a la derecha posible del histograma [WdzDech].

Aplicado a una cámara de fotos digital vendría a decir que el ruido final que tendremos en nuestras imágenes será menor cuanto mayor fuera la exposición aplicada en la captura. Consiste en lograr la máxima exposición posible justo antes de empezar a quemar las altas luces de interés de la escena [WglDeH].

El método más utilizado a la hora de derechar un histograma depende de las facilidades de nuestra cámara. El método es el siguiente [WdzDech]:

1. Para medir la luz tenemos que utilizar el modo de medición puntual, identificando dentro de nuestro encuadre aquellas zonas con mayor luminosidad de las cuales queramos recoger detalle, aquellas que queramos que no se quemen.
2. Tenemos que utilizar el bloqueo de exposición, que nos permite fijar las condiciones de medición en un momento determinado, haciendo que la cámara no siga midiendo la luz cada vez que reencuadremos.
3. Tenemos que sobreexponer. Teniendo en cuenta los puntos de saturación tenemos que encontrar el que mejor funcione y aplicarlo siempre que vayamos a utilizar esta técnica. Tenemos que sobreexponer los pasos adecuadamente.
4. Por último, tenemos que ajustar el resultado. Tendremos que jugar con los niveles, es decir, con las curvas, para redistribuir el rango tonal de la fotografía de manera que su aspecto sea el más adecuado.

Derechar el histograma tiene dos consecuencias principales [WglDeH]:

1. Por una parte, dispondremos del máximo posible de niveles tonales diferentes en el archivo RAW.
2. Y además, minimizaremos el ruido visible en la imagen final.

3.4. Bracketing

3.4.1. ¿Qué es el Bracketing?

El *bracketing* u *horquillado* es una técnica consistente en la toma de varias imágenes del mismo tema, variando entre cada una de ellas uno o varios parámetros de la exposición, como por ejemplo, el enfoque, la velocidad de obturación, la apertura del objetivo u otros. Resulta muy útil cuando resulta difícil determinar con exactitud qué parámetros serán los más indicados para una fotografía. Además de ser muy útil en HDR.

En el caso de que utilicemos *bracketing* en modo automático por la cámara hablaremos de *autobracketing* u *horquillado automático*. En este caso programamos la cámara para realizar varias tomas seguidas, de forma que en cada una de ellas cambien uno o varios parámetros, consiguiendo de esta manera que una de las tomas sea la correcta. Realizar *bracketing* manualmente requiere más tiempo, puesto que tendremos que ir variando los diferentes parámetros nosotros mismos [WwkBra1].

Como hemos dicho anteriormente, la técnica del Bracketing, y sobre todo el *autobracketing*, es una técnica muy utilizada a la hora de realizar HDR, pero no por ello la

mejor. En aquellas cámaras en las cuales está integrado el Bracketing (el denominado bracketing automático) el número de disparos a sí como los diferentes intervalos de exposición están definidos por la cámara. De esta manera, encontramos cámaras que solamente nos permiten realizar 3 disparos seguidos con un diferencial de EV de 2. Si nuestra cámara nos permite mayores diferenciales de EV estaremos perdiendo rango dinámico al ajustarlo solamente a un diferencial de EV de 2 [WdzBra2].

3.4.2. Tipos de Bracketing:

3.4.2.1. Exposición

Es el tipo de Bracketing más conocido y en el que solemos pensar cuando, en fotografía, hablamos de Bracketing. Se trata de una técnica que, bien de forma automática (si la cámara nos ofrece esta posibilidad) o bien de forma manual, consiste en realizar diferentes tomas de una misma escena variando el nivel de exposición de la misma.

Una vez realizado esto, bien podemos elegir la que más nos guste entre las imágenes fotografiadas o bien, utilizando las diferentes exposiciones, aplicarlas para generar una imagen HDR. En el proceso del Bracketing de exposición podemos realizar cuantas fotografías diferentes queramos. A mayor cantidad de imágenes diferentes, con diferentes niveles de exposición, más tendremos donde elegir y por otra parte, en el caso de querer componer un HDR, conseguiremos un HDR con un rango dinámico mayor y más definido [WdzBra].

Este tipo de Bracketing está indicado en temas de alto contraste y/o medios con un rango dinámico limitado. Es también utilizado para crear efectos de *'fade-in'* o *'fade-out'*, como por ejemplo, en la visualización de presentaciones de diapositivas o en combinación con la exposición múltiple o el flash [WwkBra2].

3.4.2.2. Enfoque [WdzBraE]

El bracketing de enfoque es una técnica que consiste en realizar diferentes tomas de una misma escena en las cuales se va modificando el punto de enfoque, es decir, vamos modificando la sección nítida de la misma.

Como ocurre con todas las técnicas de Bracketing, el primer objetivo es realizar diferentes tomas de una misma escena variando un único parámetro (el plano de enfoque) para dar al fotógrafo la posibilidad de quedarse, posteriormente, con aquella escena que más le guste.

El segundo objetivo consiste en utilizar las diferentes tomas realizadas para posteriormente *'fusionarlas'* en una única fotografía. En esta fotografía aparecerán nítidos y correctamente enfocados todos los elementos que, por separado, lo hacían en cada una de las tomas individuales anteriores.

Esta técnica es aplicable a cualquier tipo de fotografía, puesto que conseguimos aumentar la profundidad de campo como suma de las profundidades de campo de cada una de las tomas. Aun y todo, resulta muy útil para la fotografía macro. Puesto que en este tipo de fotografía la profundidad de campo es muy reducida y mediante esta técnica incrementamos el valor de la profundidad de campo.

3.4.2.3. De Balance de Blancos [WdzBra]

A la hora de realizar una fotografía, otro de los ajustes importantes que tendremos que tener en cuenta y que, muchas veces, causa resultados radicalmente diferentes, es la configuración del balance de blancos. Y es, en esos momentos, cuando resulta muy apropiado el uso del horquillado de balance de blancos. Se trata de realizar varios disparos de una misma escena modificando, en cada disparo, el ajuste del balance de blancos a valores tales como *tungsteno*, *soleado*, *nublado*, etc. Posteriormente elegiremos la toma que más nos guste.

En el caso de que realicemos las fotografías en formato RAW (con cámaras que nos lo permitan), el balance de blancos puede ser modificado arbitrariamente en el post procesado de la imagen.

3.4.2.4. De Flash [WwkBra2]

El Bracketing utilizando flash es una técnica que trabaja con el flash de una cámara fotográfica, especialmente utilizándolo de manera que rellena la luz existente, con el fin de encontrar la combinación más agradable entre la luz ambiente y el flash de relleno.

En el caso en el cual no podamos alterar la cantidad de luz del flash (flashes de estudio), también es posible alterando la abertura, aunque esto afectara a la profundidad de campo y a la exposición a la luz ambiente.

3.5. Tone Mapping

Las imágenes HDR, por su extrema cantidad de información, son imposibles de ver en nuestros monitores (monitores comunes). Solo es posible verlas a través de un monitor/televisor HDR, que son los únicos que permiten ver tal gran cantidad de intensidad de imagen. Y es aquí donde entra en juego el *Tone Mapping* [WtIHDRtm].

Tone Mapping es una técnica utilizada en el procesamiento de imágenes y gráficos por ordenador para asignar un conjunto de colores a otro con el fin de aproximar la aparición de imágenes de alto rango dinámico (HDR) a un medio con un rango dinámico más limitado.

Las impresiones, monitores CRT o LCD y proyectores tienen un rango dinámico limitado que resulta insuficiente para reproducir toda la gama de intensidades de luz presente en los escenarios naturales. El mapeo de tonos (*tone mapping*) aborda el problema de la fuerte reducción de contraste de la gama de valores de la escena (luminosidad) que se pueden mostrar al mismo tiempo para preservar los detalles de la imagen y la apariencia de color, elementos importantes para poder apreciar el contenido de la escena original [WwkTMA].

3.5.1. Objetivos y métodos [WwkTMA]

A la hora de aplicar Tone Mapping podemos tener diferentes objetivos, teniendo en cuenta la aplicación particular. En algunos casos produciremos imágenes estéticamente agradables, mientras que otras veces haremos hincapié en la reproducción de los detalles de la imagen que sea posible o, por ejemplo, maximizaremos el contraste de la imagen.

El objetivo principal del Tone Mapping es la representación realista de la percepción entre una escena real y una imagen que se muestra a pesar de que el dispositivo de pantalla no es

capaz de reproducir toda la gama de valores de luminancia. Los operadores de mapeo se pueden dividir en dos tipos principales:

1. Operadores globales:

Son funciones no lineales basadas en la luminancia y en otras variables globales de la imagen. Una vez que se ha estimado la función óptima de acuerdo con la imagen en particular, cada píxel de la imagen se asigna de la misma manera, independiente del valor que tiene el píxel alrededor. Se trata de técnicas sencillas y rápidas, pero pueden causar una pérdida de contraste.

2. Operadores locales (o de variación espacial):

Los parámetros no lineales de la función cambian en cada píxel, de acuerdo con las características extraídas de los parámetros circundantes. En otras palabras, el efecto del algoritmo cambia en cada píxel de acuerdo con las características locales de la imagen. Estos algoritmos son más complicados que los globales, la salida puede no parecer realista, pero proporcionan mejor rendimiento, puesto que la visión humana es sobre todo sensible a la diferencia local.

Existe un grupo más sofisticado de algoritmo de *Tone Mapping* que se basa en los métodos de dominio de contraste o de gradiente, que son locales. Estos operadores se concentran en prevenir el contraste entre regiones vecinas en lugar de los valores absolutos, hecho motivado por el hecho de que la percepción humana es más sensible al contraste en las imágenes que en lugares de intensidades absolutas. Estos métodos de *Tone Mapping*, por lo general, producen imágenes muy nítidas, que conservan muy bien los pequeños detalles de contraste, sin embargo, esto se realiza a menudo a costa de aplastar el contraste general de la imagen.

3.5.2. Generar un Tone Mapping.



Una vez que tenemos nuestra imagen HDR pura, guardada con extensión .HDR o .EXR, que tiene 32 bits de profundidad de color por canal, pero que no podemos ver en su totalidad. Tan solo podremos variar la exposición para comprobar que efectivamente, la “luz” está ahí. Podemos ver, por ejemplo, como al subexponer la imagen aquellas partes con más información de luz quedan muchísimo más reales, como si hubiésemos realizado la fotografía con esa exposición. Esta es una ventaja del HDR.

Al pasar la imagen a 8 bits, la luminosidad extra se puede adaptar localmente a los 8 bits, de tal forma que genera una imagen normalizada a nivel de luces y sombras, la denominada

Tone Mapping. Resulta un error denominar a este tipo de imágenes HDR, lo son en su origen, pero en el resultado final [WtIHDRtm].

3.6. HDR a partir de una sola fotografía

El proceso normal para realizar una buena imagen HDR es tomando varias imágenes, 3 ó 5, con diferentes valores de exposición EV, para después juntarlas todas en una sola fotografía HDR con cualquier programa de edición de imágenes HDR existentes en el mercado.

Teniendo en cuenta esto, podemos llegar a la conclusión, de que si tenemos una única fotografía y decidimos repetirla (copiarla) 3 veces y, posteriormente y mediante un programa de edición fotográfica, modificar los valores de exposición para finalmente editar una única imagen HDR. Para ello, nuestra fotografía deberá cumplir dos requisitos mínimos, que nos permitan obtener una fotografía de HDR final con una calidad aceptable:

1. Tenemos que realizar la fotografía fuente, la que posteriormente ‘copiaremos’, a la ISO más baja posible. De esta manera evitaremos posible ruido en la imagen.
2. Debemos realizar esta fotografía fuente en calidad RAW.

Uno de los problemas que podemos tener a la hora de realizar diferentes fotografías con diferentes exposiciones para poder realizar una imagen HDR es el ‘*Ghosting*’, problema que evitaremos realizando un HDR a partir de una única imagen.

3.6.1. *Ghosting*

Como hemos comentado, el *Ghosting*, es uno de los problemas que con más frecuencia nos podemos encontrar al realizar un HDR. Muchas veces no podemos controlar el movimiento de la escena, y por culpa de esto, en ocasiones se introducen en ella elementos móviles, como por ejemplo coches o personas que se mueven libremente.

Al realizar las diferentes exposiciones necesarias para el HDR estos elementos se mueven por la escena y se convierten con frecuencia en elementos que generan problemas a la hora de realizar la fusión, puesto que algunas de las herramientas de fusión de exposiciones generan resultados negativos cuando se encuentran con este tipo de elementos [WdzGhos].

Si bien la mejor solución para evitar este tipo de problema es utilizar un trípode y elegir momentos o lugares del día en los cuales podamos evitar este tipo de problemas de movimiento, en los casos en los cuales no podamos evitar este tipo de movimientos incómodos podremos utilizar programas tales como ‘*Adobe Photoshop CS5*’, ‘*Photomatrix Pro 4.0*’ o ‘*HDR Efex Pro 3.0*’ para corregir el *Ghosting* [WmfGhos].

3.7. Digital Blending

3.7.1. ¿Qué es el Digital Blending?

Hemos descrito (3.1.¿Qué es el HDR?) que HDR, *High Dynamic Range*, es un procesamiento de imágenes, gráficos por ordenador y fotografía conocido como el conjunto de técnicas que permiten un mejor rango dinámico de luminancias entre zonas más claras y

más oscuras de una imagen que una imagen digital estándar o métodos fotográficos son capaces de ofrecer.

En la práctica, para realizar un HDR, se utilizan varias fotografías diferentes, con exposiciones diferentes, que juntaremos después mediante software's de edición fotográfica. Consiguiendo de esta manera ampliar considerablemente el rango dinámico de la escena fotografiada.

Pero, ¿Qué ocurre si solamente queremos mejorar una zona de la imagen, realizar un tipo de luz o simplemente alzar la luminosidad de una zona determinada? Para ello existe la técnica denominada *Digital Blending*.

Digital Blending es la técnica fotográfica que nos permite obtener los mejores resultados de iluminación y contraste en una fotografía mediante la edición y fusión de dos fotografías con diferentes valores de exposición.

La gran diferencia existente entre el *Digital Blending* y el HDR es que, mientras que en el HDR tratamos de conseguir el mayor rango dinámico y representar de esta manera la mayor cantidad de diferencias lumínicas, en el *Digital Blending* jugamos con las diferentes iluminaciones posibles existentes en dos fotografías con valores de exposición diferentes para conseguir una fotografía final con la mayor definición lumínica y de detalle posible.

Por otra parte, cabe destacar que si bien en HDR aumentamos el rango dinámico de toda la superficie de la imagen, en la técnica del *Digital Blending*, mediante software's de edición de fotografía, podemos aumentar el detalle y la definición de zonas seleccionadas de la imagen.

3.7.2. Aplicar el *Digital Blending*

La manera más fácil de aplicar la técnica del *Digital Blending* es fusionando dos fotografías con zonas que contienen exposiciones diferentes. Es decir, en una fotografía de un paisaje (un monte y el cielo, por ejemplo), por una parte podríamos tener una fotografía en donde el cielo está sobre expuesto mientras que el monte se encuentra con una correcta exposición, mientras que en la otra fotografía podemos tener el cielo bien expuesto y por el contrario el monte subexpuesto, apareciendo más oscuro de lo que queremos.

Para ello, mediante el uso de un programa de edición fotográfica, tenemos que generar una máscara en una de las fotografías. Máscara en donde aplicaremos efectos de desenfoque gaussiano o herramientas de gradiente en donde trabajaremos con la transparencia y la opacidad, multiplicando ambas fotografías.

En particular, utilizando el anteriormente mencionado (2.3.1.1. *Adobe Photoshop*) programa de edición fotográfica '*Adobe Photoshop*', podríamos realizar esta fusión de una manera muy sencilla y rápida.

3.7.2.1. Digital Blending con Photoshop [WdzDBI]

Aplicar esta técnica de fusión mediante el software de edición fotográfica '*Adobe Photoshop*' tiene diferentes variantes, una de las cuales es la siguiente:

- 1) Primeramente debemos abrir ambas fotografías con *Adobe Photoshop* y debemos copiar una encima de la otra, de esta manera tendremos un único archivo con dos

- capas. Por una parte tendremos la capa con la imagen más clara y por otra parte la más oscura.
- 2) Tendremos que seleccionar la capa con la imagen más oscura y añadiéndole una nueva máscara de capa (en la pestaña capas de la parte inferior derecha, el segundo botón empezando por la izquierda), crearemos una máscara blanca.
 - 3) Copiamos la imagen más clara primeramente y después seleccionamos la máscara de la capa blanca (la cual hemos asociado a la imagen o capa más oscura) mientras mantenemos pulsada la tecla *Alt*.
 - 4) Con este proceso pasamos a ver la máscara y será ahí en donde peguemos la imagen más clara anteriormente copiada. Puesto que las máscaras son en blanco y negro es normal que veamos la imagen en blanco y negro.
 - 5) Por último, aplicaremos un desenfoque gaussiano con un radio de muchos puntos (unos 40). Para ello tenemos que dirigirnos a 'Filtro, Desenfocar, Desenfoque gaussiano'.
 - 6) Para visualizar el resultado, con hacer clic en la imagen de la capa superior, la más oscura, será suficiente.

3.8. Diferentes maneras de realizar un HDR:

3.8.1. Cámaras con varios sensores

Las cámaras capaces de generar video HDR mediante el uso de varios sensores siguen la filosofía que en su día siguieron las cámaras digitales. Es decir, en su día, el sensor único de una cámara digital paso a dividirse en tres sensores, cada uno habilitado para recoger uno de los 3 colores primarios. 1 sensor para el rojo, otro para el azul y otro para el verde.

En este caso, las cámaras capaces de generar video HDR dividen el haz de luz hacia tres sensores diferentes. En este caso, estos tres sensores se diferencian por el hecho de estar configurados de tal manera que captan el haz de luz con diferentes exposiciones. Recogiendo de esta manera, y de una sola vez, las 3 exposiciones diferentes necesarias para realizar un video HDR.

Estas exposiciones están claramente diferenciadas y se recogen simultáneamente y con el mismo tiempo de exposición, evitando de esta manera problemas tales como el paralelaje y además, aumentando considerablemente el rango dinámico. Hay que tener en cuenta que esta es la base de la fotografía HDR, conseguir aumentar nuestro rango dinámico [WxfAMP].

Si bien es cierto que la tendencia general a la hora de generar imágenes HDR, a si como video HDR, es la de obtener 3 exposiciones diferentes del mismo instante que posteriormente juntaremos formando una única imagen HDR, existen sistemas capaces de generar imágenes HDR mediante el uso de dos sensores diferentes.

3.8.1.1. 2 sensores

3.8.1.1.1. *Sensor Super CCD [WwkSCCD]*

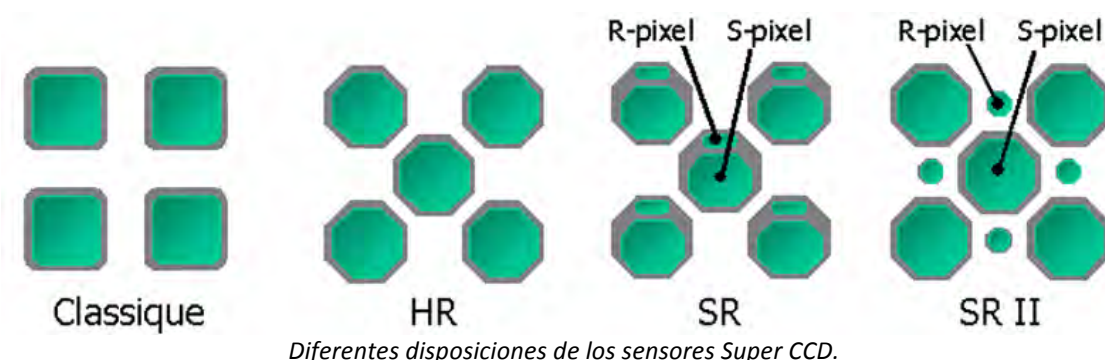
El sensor Super CCD es un sensor CCD que utiliza una geometría de píxeles octogonales en lugar de rectangulares y presenta una mayor superficie fotosensible al aprovechar mejor el área que los CCD dedican al cableado entre elementos fotosensibles, permitiendo de esta manera que haya más área disponible para la recolección de la luz entrante.

Esta tecnología está desarrollada por Fujifilm, la cual, en enero de 2003 anuncio la cuarta generación de tales sensores. Esta nueva generación estaba dividida en dos variaciones: SuperCCD HR y SuperCCD SR.

Por una parte, HR “High Resolution” y por otra, SR de “Super dynamic Range” (rango super dinámico). El sensor SR tiene dos fotodiodos por elemento fotosensible, lo cual permite generar una mayor gama de luminancia desde el negro hasta el blanco.

Los sensores SuperCCD HR tienen sensores situados a 45° de la línea horizontal (posible gracias a la geometría octogonal) y por lo tanto las columnas de píxeles están escalonadas en comparación con su posición estándar. De esta manera se reduce la separación efectiva del píxel. Para obtener imágenes con la orientación normal horizontal y vertical interpola un píxel entre cada par de sensores, produciendo por tanto la grabación de 12 Mpx desde 6 Mpx efectivos. En la imagen inferior podemos ver las diferentes disposiciones de los sensores dependiendo de los tipos de sensores, desde los clásicos hasta la versión SR II.

Teniendo en cuenta esto y comparándolos con otros sensores, el resultado de la optimización del área fotosensible es una mejor sensibilidad y un menor ruido de lo que se generaría usando el mismo área global de píxeles cuadrados. Esto permite una mayor resolución vertical y horizontal frente al los sensores CCD tradicionales con el mismo número de píxeles.

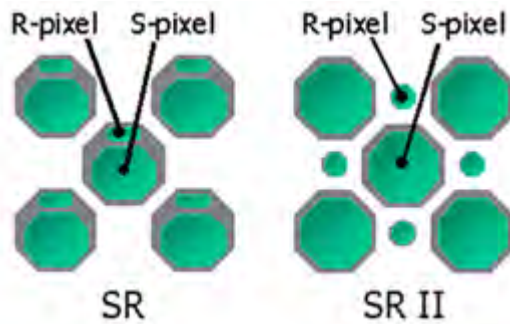


3.8.1.1.2. Sensor Super CCD SR [Wg|SCCD]

El sensor desarrollado por Fujifilm, el Super CCD SR, permite gracias a un diseño especial de dos sensores en uno obtener imágenes con un mayor rango dinámico que las cámaras de sensores convencionales.

Para integrar una estructura de este tipo en un solo dispositivo se ha recurrido a una peculiar distribución de las celdas fotosensibles de modo que dos tipos diferentes de fotocaptore, S y R, comparten una misma retícula espacial. En realidad se trata de dos sensores funcionalmente independientes.

La disposición de los fotocaptore esta optimizada en la versión SR II, podemos ver las diferencias en la imagen inferior, gracias a un intercalado de los mismos de modo que los de un tipo se alojan en los huecos dejados por los del otro tipo.



Situación de celdas S y R en el sensor Super CCD SR II.

Tal y como podemos ver en la imagen anterior, los sensores S son de mayor tamaño que los sensores R, siendo los primeros más sensibles que los segundos. Es decir, que a igual densidad luminosa incidente sobre el plano del sensor los fotocaptosres S se saturarán antes que los R. Por el contrario, los sensores R tendrán una peor relación señal ruido y calidad general para un mismo nivel de señal generado en los mismos.

Los sensores S, por lo tanto, debido a su menor ruido están destinados a captar la mayor parte de la escena, en especial las sombras, mientras que los sensores R están especializados en capturar las altas luces de la misma allí donde los primeros hayan alcanzado la saturación, dotando así a la cámara de una gran inmunidad frente a la sobreexposición.

3.8.1.1.3. HDR en la cámara.

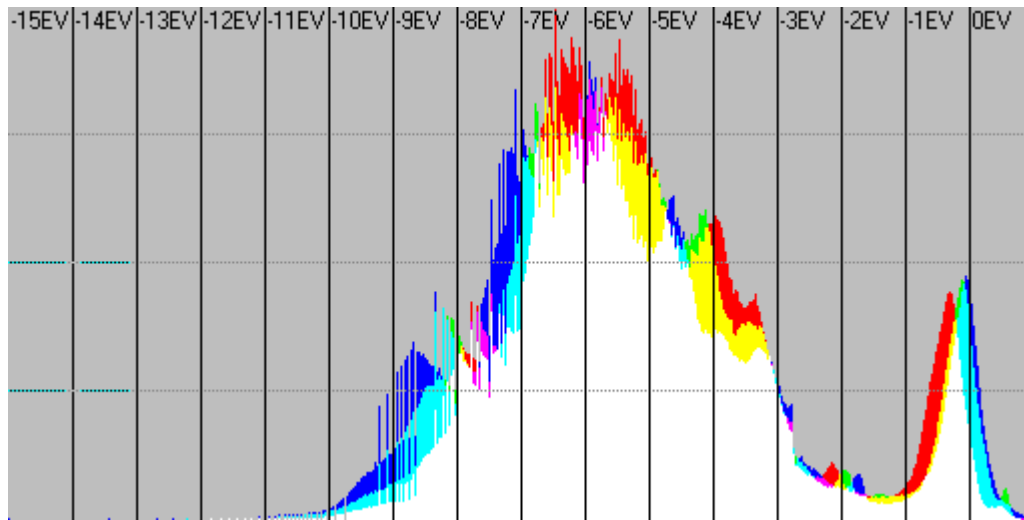
A continuación vamos a poner un ejemplo para comprobar el rango dinámico que es capaz de captar el sensor Super CCD, analizando para ello una fotografía de una escena de alto rango dinámico. La fotográfica en cuestión es la siguiente:



Escena de alto contraste captada con el sensor Super CCD.

Podemos observar como toda la información ha sido perfectamente captada (luces sin exposiciones excesivas y sombras sin ruido) pese a tener una gran diferencia de luminosidad entre las partes soleadas y con más sombra.

Primeramente vamos a ver de manera precisa de qué rango dinámico estamos hablando. Para ello observaremos el histograma logarítmico de la imagen en formato lineal:



Histograma por pasos de diafragma de la escena anterior.

El histograma mostrado contiene información desde el diafragma 0 EV hasta el -10 EV y teniendo en cuenta, además, que la imagen final es perfectamente utilizable en toda su superficie dado que el ruido es aceptablemente bajo incluso en zonas oscuras, hace que podamos decir que la cámara ha sido capaz de captar en una sola toma un rango dinámico de 11 diafragmas. Rango dinámico totalmente fuera del alcance de otras cámaras estándar.

La imagen, tal y como hemos dicho anteriormente, se compone de dos imágenes independientes. Por una parte la generada por el sensor S y por otra parte la generada por el sensor R.



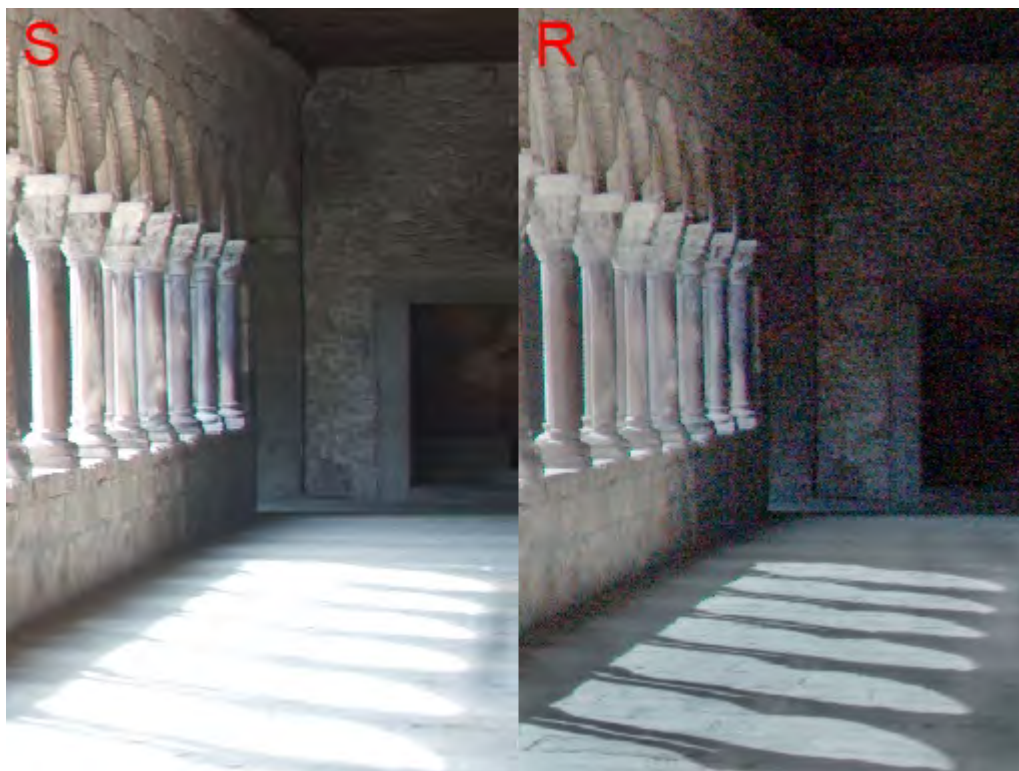
Imagen captada por el sensor S.



Imagen captada por el sensor R.

Podemos darnos cuenta de que ninguna de las dos habría sido suficiente, cada una por separado, para obtener una imagen final como la conseguida. Podemos ver como por una parte la toma de los sensores S tendría amplias zonas quemadas, mientras que la toma de los sensores R presentaría un excesivo ruido en las sombras más profundas, inutilizando los diafragmas más bajos de la imagen. Limitando de esta manera y en ambos casos el rango dinámico captado, bien por la parte del sensor S, bien por parte del sensor R.

En la siguiente imagen podemos ver las diferencias entre ambas imágenes captadas por ambos sensores, en donde podemos ver las carencias de ambos sensores por separado:



Detalles de las carencias de los sensores S y R.

Podemos concluir, por lo tanto, que lo que implementa el sensor Super CCD es un mecanismo de **HDR en la propia cámara**. Su sensor es capaz de captar un rango dinámico muy por encima del que registraría un sensor normal al permitir la fusión de dos tomas de muy diferente exposición, aprovechando, de esta manera, la mejor relación señal ruido de los sensores más expuestos (S) para definir las sombras, y la menor exposición de los sensores auxiliares (R) para registrar las altas luces de la escena.

3.8.2. 3 sensores

Tal y como hemos dicho anteriormente, las cámaras capaces de realizar video HDR más populares en el mercado y que más se están desarrollando actualmente, se basan en el uso de 3 sensores diferentes. Que dividen el haz de luz para cada uno de los 3 sensores, los cuales están programados de tal manera que consiguen 3 imágenes diferentes con diferentes exposiciones, en el mismo instante.

Dos empresas destacan actualmente en el desarrollo de cámaras de video HDR, que permiten recoger, procesar, transformar y finalmente sacar el video en HDR. Por una parte, la empresa *'Contrast Optical'* ha desarrollado el sistema AMP que permite la captura de video HDR mediante la separación del haz de luz en 3 sensores diferentes. Además, han implementado un algoritmo que permite combinar las 3 imágenes diferentes obtenidas, reduciendo el ruido con la máxima información por pixel [WxfAMP].

Por otra parte, la empresa *'goHDR'*, en colaboración con la universidad de *Warwick* ha desarrollado una cámara capaz de obtener video full HD (1920x1080), con 20 f-stops a 30 fps. Además, han desarrollado un algoritmo capaz de comprimir la señal para posteriormente ser

visualizada en un reproductor de video HDR, desarrollado también por la propia empresa [WdwgoHDR].

A continuación se describen ambos prototipos más detalladamente:

3.8.2.1. AMP [WcoAMP]

AMP presenta una arquitectura óptica para imágenes HDR que permite la captura simultánea de imágenes de baja, media y alta exposición mediante el uso de 3 sensores de alta fidelidad, manteniendo estos sensores un uso eficiente de la luz disponible. Presenta también un algoritmo de fusión HDR para completar esta arquitectura, evitando de esta manera el uso de grandes artefactos indeseables cuando nos encontramos con imágenes de exposiciones muy diferentes. Además, presenta un prototipo de video HDR de alta definición, que implementa finalmente un Tone Mapping mediante el uso de varias técnicas.

Un sistema de captura de video HDR con píxeles de alta fidelidad de principio a fin, utilizando una arquitectura óptica eficiente con un tamaño reducido capaz de ajustarse al tamaño manual.

En cuanto a la *arquitectura óptica* el sistema AMP se divide en:

1. Captura óptica alineada. Multi-exposición de imágenes simultáneamente que no necesita de manipulación de imágenes para explicar el movimiento.
2. Extiende el rango dinámico de los sensores de imagen disponible, más de 7 f-stop implementados en el prototipo.
3. Utiliza una única lente de cámara estándar.
4. Máxima eficiencia en el uso de la luz de la lente.

El *algoritmo de imagen HDR*, por otra parte, se divide en:

1. Combina imágenes separadas incluso por más de 3 puntos de exposición.
2. Mezcla espacial de información por pixel para la reducción de elementos no deseados.
3. Produce imágenes HDR *radiométricamente*¹ correctas.
4. Utiliza la máxima información de alta fidelidad por pixel disponible (mínimo nivel de ruido).
5. Todo se presenta en un prototipo que presenta además un sistema de reproducción de imágenes y video.

3.8.2.1.1. Sistema de adquisición HDR

Muchas propuestas de sensores HDR tienen una única respuesta a la luz, bien adaptando la sensibilidad (midiendo el tiempo de saturación del pixel) o teniendo una respuesta logarítmica en consonancia con la visión humana. El problema principal de este tipo de sensores es que se requiere la producción de un nuevo tipo de sensor cada vez, producción económicamente poco viable para ser manufacturada.

¹ *Resolución Radiométrica*: también denominada resolución dinámica, y se refiere a la cantidad de niveles de gris en que se divide la radiación recibida para ser almacenada y procesada posteriormente [Wc06rr].

² *Paralelaje*: es la desviación angular de la posición aparente de un objeto, dependiendo del punto

Por otra parte, una de las propuestas más importantes de AMP se basa en su arquitectura, que permite generar imágenes HDR independientemente del sensor utilizado. Esto permite adaptarse a la tecnología actual y adoptar sensores con mejores tecnologías (mejora en el nivel de respuesta a baja iluminación, tasas de fotogramas más rápidas, mayor respuesta espectral, etc.) a medida que se vayan desarrollando en el futuro.

En propuestas similares a la realizada por 'Contrast Optical' (C.O. a partir de ahora), la luz en la cámara se divide mediante un espejo en forma de pirámide o con un prisma de refracción que se redirige hacia un conjunto de sensores equipados con filtros de absorción para, de esta manera, producir imágenes con diferentes exposiciones.

Este tipo de propuestas sufren de error de *paralelaje*², debido principalmente al hecho de que el haz con el que se forman las imágenes se divide en subsecciones espacialmente distintas. Esto supone que cada sensor recibirá información ligeramente diferente, afectando directamente a la formación de las escenas situadas a una cierta distancia de la cámara.

Además, estos métodos divisores del haz resultan un desperdicio de la luz puesto que los filtros absorbentes utilizados para obtener el rango dinámico permiten que solo una fracción de la luz penetre en los sensores. C.O. por otra parte, compara un sistema de 3 vías, que se muestra en la *Figura 1*, el cual está configurado para el mismo rango dinámico que el propuesto por ellos. C.O. determina que si por la abertura de la cámara entran Q watts de potencia de radiación, el sistema mostrado en la *Figura 1* sólo permite la entrada de $0.3622 Q$ watts a los sensores, perdiendo casi el $2/3$ de la luz disponible.

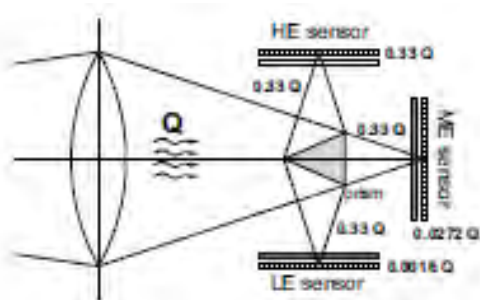


Figura 1: Sistema óptico tradicional de división del haz para HDR.

C.O. compara otros sistemas desarrollados, puntualizando limitaciones que ellos evitan. Sistemas tales como:

- Moviendo la distancia del prisma de división del haz con respecto al eje óptico es posible variar la cantidad de luz para cada sensor. Este sistema modifica el tamaño y la forma de la apertura de cada sensor, agravando el problema que supone conseguir diferentes vistas de la escena. Además, resultan ser sistemas de división del haz de luz que no se integran fácilmente en las cámaras estándar, teniendo que fabricar lentes por encargo o modificar el objetivo para que funcione correctamente.
- Otra de las opciones mencionadas trata de dividir la luz entrante disponiendo los divisores del haz antes de la lente. Se describe un sistema que permite separar el haz con lentes separadas para cada sensor. Esto supone una limitación en el campo de visión y no dejan claro como se podrían desarrollar este tipo de prototipos para encajarlos en sistemas fáciles de manejar.

² *Paralelaje*: es la desviación angular de la posición aparente de un objeto, dependiendo del punto de vista elegido [WwkPara].

C.O. puntualiza que su sistema sitúa el divisor del haz detrás de una lente única, eliminando esta clase de limitaciones. Una de las principales ventajas destacadas desde C.O. es que el sistema que ellos presentan es el primero que permite producir video de alta calidad HDR mediante un sistema robusto y simple, suficiente para poder llegar a comercializarse.

La arquitectura óptica presentada por C.O. se basa en divisores del haz situados entre la lente de la cámara y los propios sensores. Con un sistema óptico que utiliza un conjunto de superficies parcialmente reflectantes para dividir la luz con una sola lente fotográfica, de modo que se enfoca sobre los tres sensores simultáneamente. Posteriormente, la luz, se dirige de nuevo a través de uno de los divisores del haz por una segunda vez, consiguiendo de esta manera que las tres sub-imágenes no se dividan en rojo, verde y azul sino que resulten ópticamente idénticas excepto por sus niveles de luz. El diseño, mostrado en la *Figura 2*, permite capturar imágenes HDR utilizando la mayor parte de la luz que entra en la cámara. Los sensores se han denominado dependiendo del tipo de exposición que recibe cada uno: *SE* (alta exposición), *ME* (exposición media) y *LE* (baja exposición).

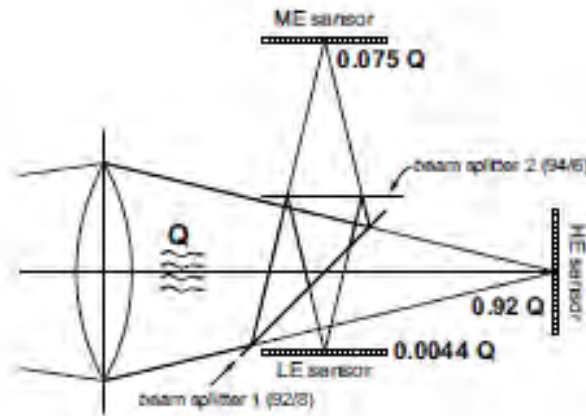


Figura 2: Arquitectura óptica presentada por C.O.

Gracias a volver a dirigir el haz se consigue que el 99,96% de la luz llegue a los sensores. La eficacia de la luz es importante en todas las aplicaciones de imagen.

La disposición del divisor del haz de luz, gracias a su diseño eficiente, pierde un 0,04 % del total de la luz recogida por la lente. Además, permite que los tres sensores “vean” la misma escena, por lo tanto, las tres imágenes son ópticamente idénticas, excepto por sus niveles de luz. En el caso de la imagen *ME*, ha sido sometida a un número impar de reflexiones invirtiéndose de izquierda a derecha en comparación con las otras imágenes. Problema que se soluciona fácilmente mediante software.

Sistema óptico

Puesto que los valores exactos de las propiedades de *Transmisión/Reflexión (T/R)* de nuestras divisiones del haz varían con el ángulo, es importante examinar cómo podrían variar sobre el área del sensor.

Para calcular el intervalo de valores de transmitancia como una función del ángulo se examina la variación angular más grande posible en la película del divisor del haz. Los enfoques que sitúan los divisores del haz fuera de la lente pueden tener una amplia gama de ángulos de

incidencia que se traducen en una variación significativa en la transmisión sobre el campo de visión. A diferencia de estos enfoques, los divisores del haz de nuestro sistema interno reciben la luz en un rango mucho más pequeño que los ángulos de campo debido a la configuración geométrica del sistema, que podemos ver en la *Figura 3*.

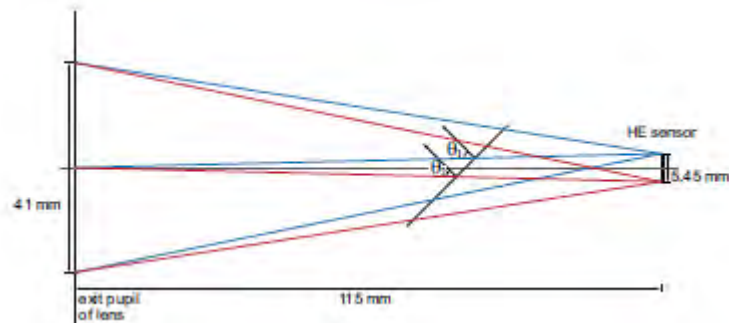


Figura 3: Sistema óptico del primer sensor.

La polarización de la luz incidente, por otra parte, podría afectar a las propiedades de transmisión del divisor del haz. A pesar de que la gran mayoría de las exposiciones realizadas no son con luz polarizada, es posible encontrar luz linealmente polarizada en las escenas al aire libre (por ejemplo, en los reflejos del agua), que puede cambiar la diferencia de exposición entre los sensores.

Todos estos efectos se pueden reducir o eliminar mediante el uso de un revestimiento con una película delgada sobre el divisor del haz. Este recubrimiento puede ser diseñado para obtener propiedades de transmisión más constantes en el rango de ángulos del sistema o para reducir los efectos de la polarización.

Las principales ventajas del sistema de división óptica propuesto son:

- La complejidad es relativamente baja y es compatible con lentes de cámaras estándar.
- La trayectoria compacta de la luz permite la integración de todo en una sola unidad de mano.
- La arquitectura óptica es también flexible en cuanto al tipo de sensor utilizado. Si, por ejemplo, se integran sensores de bajo coste, se podría permitir en el diseño de sistemas integrados en la electrónica de consumo.

3.8.2.1.2. Algoritmo

C.O. propone además un algoritmo para fusionar las imágenes adquiridas con el fin de crear automáticamente las imágenes HDR a partir de componentes ampliamente separados en las imágenes LDR.

Campo de aplicación

La mayoría de los anteriores algoritmos desarrollados para la fusión de imágenes HDR a partir de un conjunto de imágenes LDR con exposiciones diferentes suelen realizar el proceso

después de realizar un *demosaicing*³ de las imágenes LDR y combinar los datos pixel por pixel, sin tener la información de los píxeles vecinos en cuenta.

Si bien este algoritmo funciona bien cuando las imágenes LDR tienen una separación de exposiciones pequeña, la calidad de la imagen HDR final se degrada cuando las imágenes LDR se encuentran separadas por más de 3 stops.

Por eso, para capturar la mayor gama dinámica posible con el menor número de sensores de la cámara, es necesario colocar las imágenes LDR más separadas en la exposición de nuestro sistema que como se realiza en los métodos tradicionales de adquisición HDR.

Además, tenemos que tener en cuenta que el problema comentado anteriormente se agrava cuando se aplican determinados operadores de *Tone Mapping*. Estos operadores amplifican las pequeñas diferencias de gradiente de las imágenes para que sean visibles cuando comprimimos el rango dinámico. Hay que decir que cuando las imágenes LDR se encuentran muy cerca de la propia exposición, este tipo de problemas se reducen. Sin embargo, puesto que los sistemas de vídeo HDR son un conjunto pequeño de sensores esta cuestión se vuelve más importante.

En la siguiente figura, *Figura 4*, podemos ver la causa subyacente de estos artefactos. Se presenta la gama de iluminación de la escena medida por los tres sensores de la arquitectura. Para la ilustración se ha simplificado el sistema con sensores de 4-bits (a diferencia de los sensores de 12 bit de los que dispone la aplicación) que miden solamente 16 valores únicos de brillo y la separación entre sensores es de solo 1 stop (un factor de 2) en la exposición.

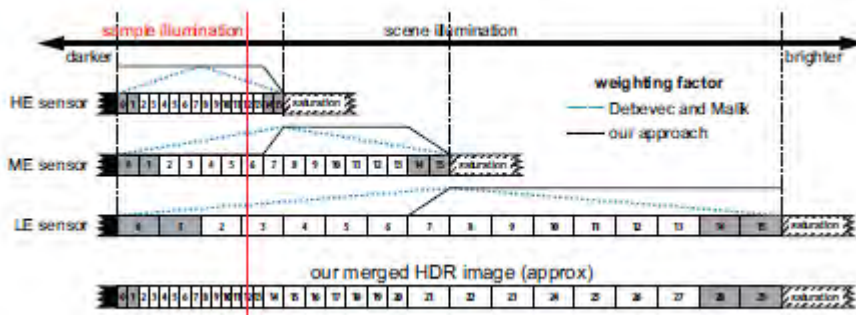


Figura 4: Problemas de cuantificación al fusionar imágenes LDR.

Puesto que los sensores CMOS tienen una relación aproximadamente lineal entre la exposición incidente y el valor de salida, ejecutan una gráfica con una función lineal de la irradiación incidente con los diferentes valores de los tres sensores, en lugar de la escala logarítmica tradicional.

En la *Figura 4*, podemos ver que el sensor mide la *irradiancia*⁴ de LE de la escena más que en comparación con los otros dos sensores. Por ejemplo, el sensor puede medir, HE, 4 valores de los diferentes píxeles en un gradiente antes de que el sensor LE registre un incremento clave. Además, siempre nos encontramos con alguna pequeña cantidad de ruido en los valores

³ *Demosaicing*: Es el proceso de calcular las componentes de color perdidas en los diferentes píxeles del sensor. Es un procedimiento numérico que integran las cámaras digitales pero que también se puede realizar mediante un ordenador [WimDemo].

⁴ *Irradiancia*: Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética [Wwklrra].

de píxel y un error de ± 1 en el sensor *LE*, que supone un rango de valores de 12 en el sensor *HE* para este ejemplo.

Desde *C.O.* proponen utilizar valores de píxel del sensor de mayor exposición (que resulta ser el menos ruidoso) siempre que sea posible, y se mezclan en la siguiente exposición más oscura cuando los píxeles se acercan a la saturación. El algoritmo no solo examina los píxeles individuales en la fusión de las imágenes *LDR*, sino que también tiene en cuenta los píxeles vecinos que pueden proporcionar información adicional para ayudar en el proceso de eliminación de ruido.

El Algoritmo propuesto

Un aspecto clave en el algoritmo de fusión de imágenes es utilizar los datos de los píxeles exclusivamente a partir de los más brillantes, del sensor mejor expuesto posible. Es decir, utilizar cuantos más píxeles de la imagen *HE* como sea posible y utilizar solamente píxeles de la imagen *ME* en el caso de que los píxeles de *HE* se encuentren cerca de la saturación. Si el correspondiente píxel *ME* está por debajo del nivel de saturación, se multiplica por un factor que se ajusta en relación al píxel *HE*, en función de la curva de respuesta de la cámara (*Figura 5*), dado que el píxel *ME* recibe irradiancia 12^2 veces menor que el píxel *SE*. En el caso de que el correspondiente píxel *ME* este por encima del nivel de saturación se aplica un proceso similar al aplicado al mismo píxel de la imagen de baja exposición *LE*.

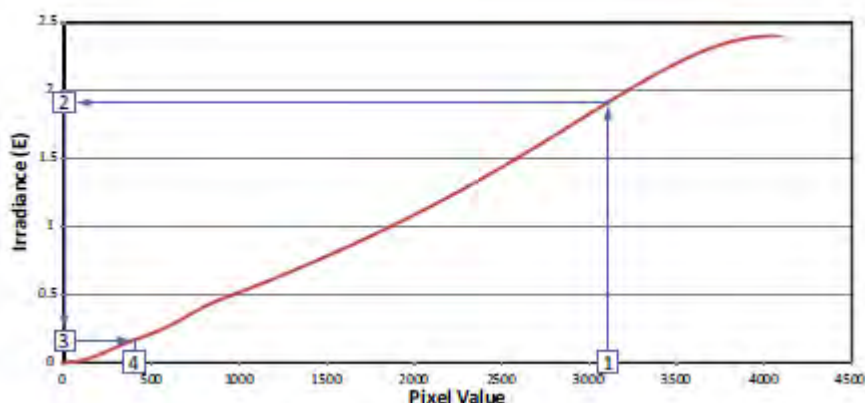


Figura 5: Curva de respuesta de la cámara.

Si bien puede parecer suficiente combinar los datos entre los sensores y exclusivamente, utilizar los valores del sensor *SE* hasta que se saturan y entonces simplemente cambiar al siguiente sensor, *C.O.* ha demostrado que esto no funciona bien en la práctica puesto que en los lugares en donde se producen transiciones nos encontramos con errores.

Por eso, proponen realizar la mezcla espacial de valores de píxeles entre los dos sensores cuando se realiza la transición entre un sensor y el siguiente. Para ello, el algoritmo analiza una región alrededor del píxel que se está evaluando y en el caso de que alguno de los píxeles vecinos de esta región estén saturados, el píxel a tener en cuenta puede sufrir *diafonía de píxel*⁵ o fugas, y es entonces cuando el algoritmo estima un valor para el píxel en función de sus píxeles vecinos. Tal y como se describe a continuación.

⁵ *Diafonía de píxel*: o ghosting, es un efecto que introduce una réplica de la imagen transmitida, desplazada en posición, que se superpone a la imagen que se está recibiendo [WwkGho].

Se realiza la fusión HDR antes de realizar 'demosaicing' a las imágenes individuales, puesto que el proceso de 'demosaicing' puede dañar los colores de las regiones saturadas. El algoritmo trabaja, por lo tanto, con los valores de los píxeles en lugar de trabajar con la irradiación.

Para producir una imagen HDR radiométricamente correcta deben coincidir correctamente los niveles de irradiación de los sensores SE, ME y LE utilizando los valores de *transmitancia*⁶ adecuados del divisor del haz para cada píxel de color, puesto que se producen ligeros cambios en función de la longitud de onda. Y a pesar de que se utilizan diferentes valores para que coincidan con cada uno de los canales de color, por sencillez, el proceso se explica con los valores medios.

Consideramos que la conversión de un valor de píxel se realiza a través de la curva de respuesta de la cámara, en donde se ajusta la irradiancia resultante por la relación del nivel de exposición (media de 12'2x para SE y ME) y el nuevo valor de irradiancia se convierte de nuevo a través de la curva de respuesta de la cámara a un nuevo valor de píxel. En la *Figura 5* se muestra este proceso de 3 pasos gráficamente.

Este proceso de conversión se puede realizar para todos los valores de los píxeles de HE (desde el 1 al 4096) para llegar a una curva de proporción de píxeles que da el factor de escala para posteriormente convertir el valor de cada píxel ME al valor del píxel correspondiente en el sensor HE para la misma irradiancia (*Figura 6*).

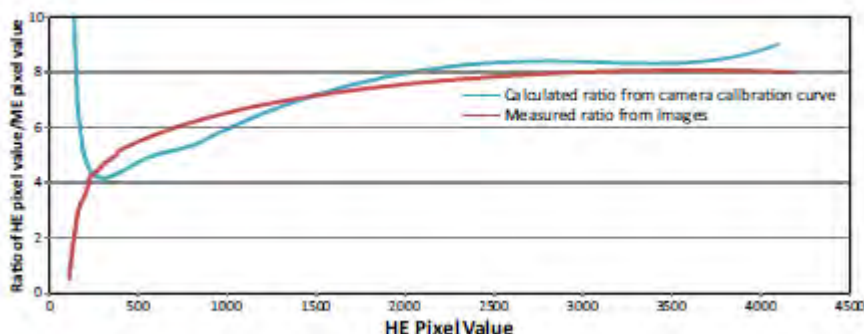


Figura 6: Curva de proporción de píxeles.

En la práctica, se calculan curvas de proporción de píxeles separadas para cada color (R, G y B). Al comparar los valores de píxeles entre imágenes HE y ME (o entre imágenes ME y LE) utilizamos las curvas de proporción de píxeles para convertir los valores de los píxeles HE menores de 4096 en valores de píxel ME, o viceversa. Si los valores de los píxeles HE se encuentran saturados, nos limitamos a extender la curva proporción de píxeles utilizando el último valor obtenido (aproximadamente 8).

La curva de respuesta de la cámara se puede medir tomando una serie de exposiciones y resolviendo, para una función monótonamente creciente que relaciona la exposición a cada valor de píxel (dentro de una escala constante en el dominio lineal). En la *Figura 5* se muestra la curva calculada a partir de los datos iniciales de las cámaras. Aunque también podríamos calcular la curva a partir de un ajuste lineal. En nuestro caso, descontamos el tiempo de

⁶ *Transmitancia*: es la magnitud que expresa la cantidad de energía que atraviesa un cuerpo por unidad de tiempo (potencia) [WwkTrans]

exposición (puesto que es constante para las 3 imágenes) y producimos una curva que mapea los valores de los píxeles directamente a la escena.

Si llamamos a esta función $f(\mathbf{x})$, en donde \mathbf{x} es nuestro valor de pixel, el proceso de 3 pasos descrito anteriormente se puede invertir para asignar valores de pixel ME en valores de pixel HE, escrito como: $g_{ME \rightarrow HE}(\mathbf{x}) = f^{-1}(12'2 f(\mathbf{x}))$. La función $g_{ME \rightarrow HE}(\mathbf{x})$ se utiliza para mezclar los valores de píxeles entre los sensores ME y HE, y una función similar: $g_{LE \rightarrow HE}(\mathbf{x})$ se utiliza para mezclar entre los sensores LE y HE. Una vez que se han emparejado los niveles de irradiación de las tres imágenes, estamos listos para comenzar el proceso de fusión.

C.O. explica su visión de la fusión de la siguiente manera. Se asumen dos imágenes LDR registradas (una con alta exposición I_{HE} y una segunda con exposición media I_{ME}) que las vamos a combinar en una imagen HDR denominada I_{HDR} . Se empieza con la información de la imagen con alta exposición I_{HE} y luego se combinan los datos de la siguiente imagen con exposición más oscura, la I_{ME} , según sea necesario.

Para reducir los artefactos de transición descritos anteriormente el algoritmo trabaja en cada posición de cada pixel (x,y) mediante la observación de la información circundante, $(2k+1) \times (2k+1)$, del pixel vecino, denotado como $N(x,y)$. A la hora de implementarlo C.O. utiliza una zona de 5×5 píxeles ($k=2$), y se define que un pixel está saturado si su valor es superior al 90% del valor máximo de píxeles (4096 en este caso). A continuación se definen los diferentes algoritmos para cada uno de los 4 estados del pixel y los píxeles vecinos:

1. El pixel $I_{HE}(x,y)$ no está saturado y $N_{HE}(x,y)$ no tiene píxeles saturados, por lo que el valor del pixel es utilizado tal cual. $I_{HDR}(x,y) = I_{HE}(x,y)$.
2. El pixel $I_{HE}(x,y)$ no está saturado pero $N_{HE}(x,y)$ tiene al menos 1 pixel saturado. Esto pone en tela de juicio el valor real del pixel debido a los efectos de proximidad (por ejemplo, fugas o píxeles que sufren de diafonía). Por eso, se mezcla el valor del pixel $I_{HE}(x,y)$ con el siguiente con la exposición más oscura $I_{ME}(x,y)$ en función de la cantidad de saturación que presente el pixel vecino. Esto se realiza en tres pasos:
 - a. U es el conjunto de píxeles no saturados en la vecindad de $N_{HE}(x,y)$, donde $|U|$ es el número de píxeles no saturados.
 - b. $|N_{HE}(x,y)|$ es el número de píxeles en la vecindad de $N_{HE}(x,y)$. Se puede calcular un coeficiente α de interpolación que se puede calcular como: $\alpha = |U|/|N_{HE}|$ que representa la fracción de píxeles no saturados de la zona.
 - c. El pixel de salida viene dado por:

$$I_{HDR}(x,y) = \alpha I_{HE}(x,y) + (1 - \alpha) g_{ME \rightarrow HE}(I_{ME}(x,y))$$
 De esta manera se mide la máxima exposición en $I_{HE}(x,y)$ con $I_{ME}(x,y)$ basado en el número de píxeles saturados en la vecindad de $N_{HE}(x,y)$.
3. El pixel $I_{HE}(x,y)$ está saturado pero $N_{HE}(x,y)$ tiene al menos 1 pixel no saturado, que puede ser utilizados para realizar una mejor estimación para un valor de $I_{HE}(x,y)$. Calculamos las proporciones de los valores de pixel en la imagen ME entre los píxeles no saturados en la vecindad y el pixel central. Se utiliza este mapa de relaciones de ME para estimar el valor real del pixel saturado en cuestión. Este proceso se realiza a su vez en cuatro pasos:
 - a. De la misma manera que en el caso 2, se calcula U , $|U|$ y el coeficiente α .
 - b. Se computa un mapa de proporción R de las proporciones entre el pixel central y cada pixel vecino de la imagen ME:

$R(x,y)_i = I_{ME}(x,y)/N_{ME}(x,y)_i$, para todos los pixeles i en la vecindad de ME , $N_{ME}(x,y)$.

- c. Se computa una estimación de $\hat{I}_{HE}(x,y)$ para el pixel saturado escalando los valores de los pixeles no saturados en la vecindad N_{HE} con las proporciones calculadas en el paso b:

$$\hat{I}_{HE}(x,y) = \frac{1}{|U|} \sum_{i \in U} R_i N_{HE}(x,y)_i$$

- d. Por último, mezclamos la estimación $\hat{I}_{HE}(x,y)$ con $I_{ME}(x,y)$ utilizando una ecuación similar a la del paso b, paso c:

$$I_{HDR}(x,y) = \alpha \hat{I}_{HE}(x,y) + (1 - \alpha) g_{ME \rightarrow HE}(I_{ME}(x,y))$$

4. El pixel $I_{HE}(x,y)$ está saturado y todos los pixeles de $N_{HE}(x,y)$ están saturados, por lo que no tenemos ninguna información válida de la imagen con alta exposición. En este caso, basta con utilizar la imagen de ME y asumimos que $I_{HDR}(x,y) = I_{ME}(x,y)$.

Este es el algoritmo para combinar datos de dos sensores diferentes. Cuando tenemos 3 imágenes LDR, el proceso se limita a repetir de nuevo la interacción, pero en este caso, sustituyendo I_{HDR} por I_{HE} y I_{LE} por I_{ME} . Podremos combinar los datos de las exposiciones más altas a medida que trabajamos el proceso hacia la exposición más baja. Solo se utilizan los datos de exposiciones más bajas cuando los datos de mayor exposición se encuentran saturados o cerca de la saturación. El algoritmo reduce los problemas en la imagen combinada considerablemente, tal y como podemos ver en la *Figura 7*:

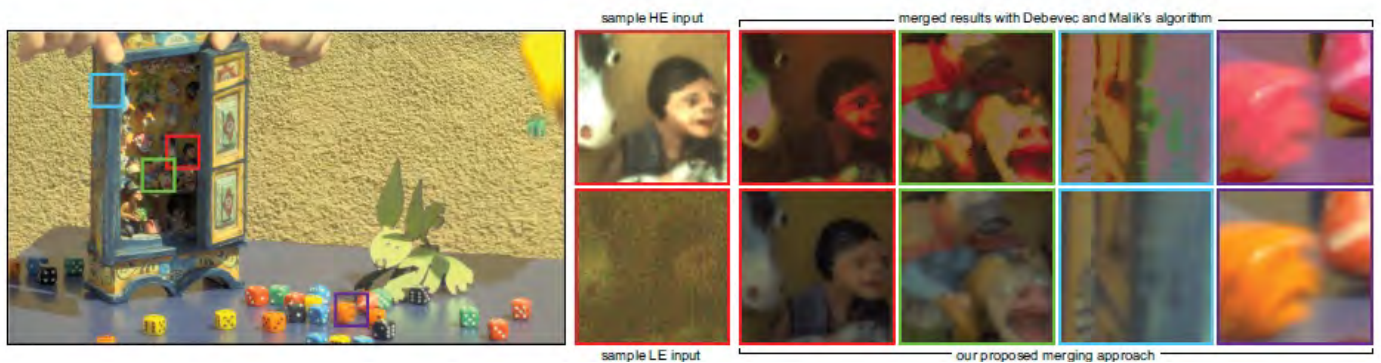


Figura 7: Podemos ver las mejoras producidas por el algoritmo.

La salida del algoritmo es una imagen HDR que puede ser interpolada y convertida a partir de los valores del pixel a irradiación utilizando una curva de respuesta de la cámara similar a la mostrada en la Figura 5, contabilizando todos los canales de 3 colores. La imagen HDR a todo color se le puede finalmente aplicar Tone Mapping con paquetes de software comercial.

Implementando el sistema.

C.O. implemento un prototipo mediante tres sensores 'Silicon Imaging SI-1920HD high-end cinema CMOS' montados dentro de un cuerpo a medida. Cada sensor de 12 bits se conecta a un capturador 'Dalsa/Coreco x64-CL iPro', en un PC. Estos sensores disponen de 1920x1080 pixeles (5 micrometros cuadrados), y funcionan bajo un estándar de filtros de color conjuntos de Bayer, que pueden medir un rango dinámico de alrededor de 10 stops (con

exclusión de ruido). El registro de la imagen final se realiza con una precisión de menos de 5 micras, con un error de rotación menor de 0,1º.

El cuerpo de la cámara tiene montada una lente 'Hasselblad' para permitir de esta manera el uso de lentes comerciales intercambiables de alto rendimiento. Para los sistemas divisores del haz el sistema utiliza una película sin recubrimiento 'Beamsplitters'. A sido implementada por su robustez, aparte de por su bajo costo y accesibilidad. En la *Figura 8* podemos ver un prototipo de la cámara. Según especifica C.O. tiene un precio inferior a 15.000\$ US.



Figura 8: Prototipo de la cámara AMP desarrollada por C.O.

3.8.2.2. goHDR

Tal y como hemos comentado al inicio de este apartado, la empresa *goHDR* en colaboración con la universidad de *Warwick* han desarrollado lo que ellos llaman el primer sistema full-motion de vídeo HDR del mundo, que abarca el proceso completo. Desde la captura de las imágenes hasta la reproducción en un reproductor desarrollado por ellos mismos, pasando por un sistema de compresión con unas prestación de gran tamaño. En la siguiente imagen podemos ver esquemáticamente el proceso completo que han desarrollado:



Sistema de captura mediante una cámara de video HDR, algoritmos de compresión y descompresión y un reproductor final que permite visualizar video HDR en infraestructuras ICT actuales.

Si bien no se ha publicado nada concreto acerca de las especificaciones técnicas que conlleva realizar todo este proceso, ni de la cámara, ni de los compresores/descompresores,

hasta la fecha podemos destacar que el sistema competo desarrollado por *goHDR* permite y dispone de la siguiente tecnología:

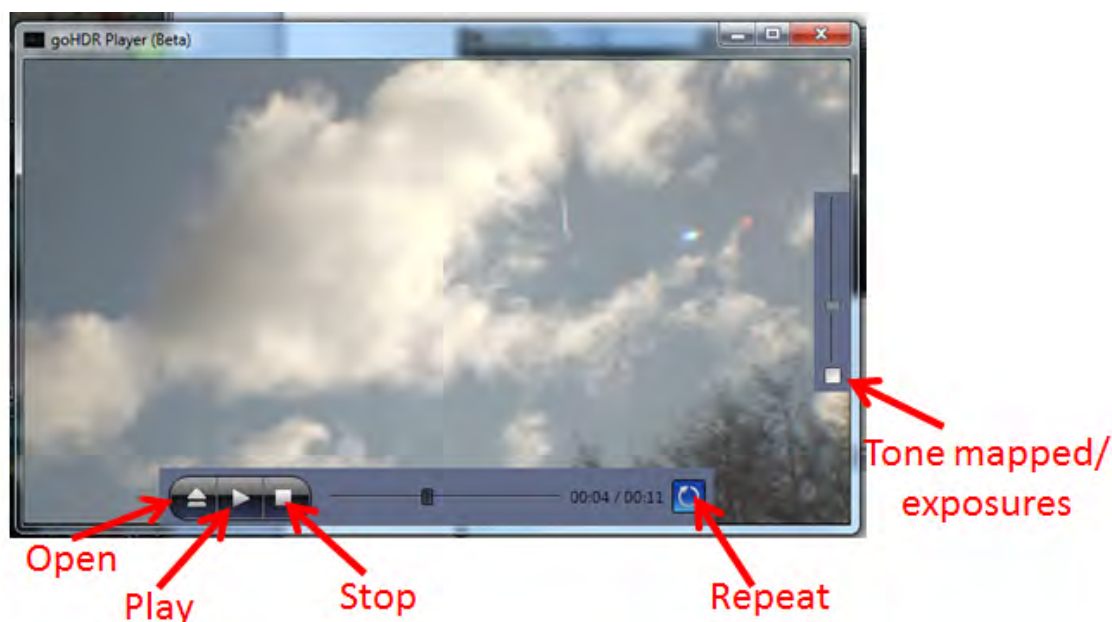
- Es capaz de capturar video full-HD (1920x1080) a 30 fps con una resolución de hasta 20 f-stops.
- Han desarrollado un algoritmo de compresión que permite manejar los datos del video HDR en infraestructuras existente de ICT comunes.
- El algoritmo es capaz de conseguir relaciones de compresión de 150:1 con una mínima pérdida de percepción de la calidad, inferior al 2%.
- Gracias a estos algoritmos, se consigue comprimir lo que sin comprimir supone: cada frame de video HDR ocupa 24 Mbytes, es decir, 42 GBytes en un minuto.

Por otra parte, se encuentra disponible el compresor que permite comprimir el flujo de datos del video HDR y también el reproductor de video que permite visualizarlo posteriormente. A continuación se explicaran brevemente:

3.8.2.2.1. *goHDR Media Player*

Si bien la pagina web oficial del propio producto no ofrece ningún tipo de información escrita, disponen de un pequeño tutorial en forma de video que comentaremos a continuación. El video se encuentra disponible en el material adjunto: [MgoPlayer]

High Dynamic Range (HDR) captures and displays the full range of lighting in the world. goHDR is providing the software that enables the entire HDR video pipeline on existing ICT infrastructure.



Menú de goHDR Media Player.

goHDR Tutorials, permite:

- Permite cargar los videos HDR fácilmente, mediante una ventana de explorador de Windows (o MAC).
- Podemos repetir el video cuantas veces queramos, botón *Repetición*.

- Es posible modificar la *exposición* del video a tiempo real, para poder apreciar la gran cantidad de rango dinámico disponible.
- Podemos aplicar un *Tone Mapping* directamente sobre el video.
- Podemos ver el video en '*Falso color*' o visión de Cámara Térmica.
- Tenemos la posibilidad de ver el video con la aplicación '*Window-in-window*': Se trata de una aplicación que permite seleccionar una zona del video, creando una ventana individual en donde, posteriormente, podemos modificar la manera de visualizar el video. Es decir, en la ventana que acabamos de crear, podremos aplicar las modificaciones mencionadas anteriormente: *Exposición*, *Tone Mapping* y *Falsos Colores*. Podemos a su vez, ir moviendo la ventana creada por toda la superficie del video.

Podemos consultar las especificaciones del producto aquí: [WgoPlayer]. En donde se describen los requisitos mínimos necesarios para el buen funcionamiento del reproductor, a su vez como las diferentes prestaciones de ambas versiones disponibles: '*Basic*' y '*Premiere*'.

3.8.2.2.2. *goHDR Media Encoder*

Si bien la página web oficial del propio producto no ofrece ningún tipo de información escrita, disponen de un pequeño tutorial en forma de video que comentaremos a continuación. El video se encuentra disponible en el material adjunto: [MgoEncoder]

High Dynamic Range (HDR) captures and displays the full range of lighting in the world. goHDR is providing the software that enables the entire HDR video pipeline on existing ICT infrastructure.

HDR generates a huge amount of data. Equivalent to a CD of data a second.

Beta version: Current Limitations:

1. *Needs DivX Pro to work correctly*
2. *Only works with openEXR⁷ frames*

Al abrir el programa nos aparecerá una pequeña primera ventana en donde podremos encontrar las diferentes opciones:

- '*Frames Folder*': donde tendremos que elegir, mediante un explorador de Windows (o MAC) la carpeta en donde tenemos almacenados los frames a comprimir.
- '*Exposure Offset*': Compensación de exposición.
- '*Frame Rate*': Seleccionamos la velocidad de frames por segundo.

Una vez cargados los frames tenemos que hacer clic en el botón inferior: '*Compress*'. Nos aparece otra pequeña ventana: '*Video Compression*', en donde tendremos que elegir el algoritmo de compresión deseado. Por el momento tiene que ser '*DivX Pro 6.9*'.

Una vez seleccionado esto comenzará la compresión, y al finalizar, obtenemos un video comprimido dispuesto para ser visualizado con '*goHDR Media Player*'.

Podemos consultar las especificaciones del producto aquí: [WgoEnco]. En donde se describen los requisitos mínimos necesarios para el buen funcionamiento del compresor, a su vez como las diferentes prestaciones de ambas versiones disponibles: '*Basic*' y '*Premiere*'.

⁷ *OpenEXR*: se trata de un formato de código abierto para imágenes HDR desarrollado por 'Industrial Light & Magic' [WoeEXR] [WoeEXR2].

3.8.2.2.3. Actualidad

Actualmente, goHDR en colaboración con la Universidad de *Warwick* se encuentran presentando su cámara a si como el compresor y el reproductor por todo el mundo. En la convención celebrada en Las Vegas, durante los pasados 14-19 de abril, *NAB Show*, '**goHDR Ltd./WMG, University of Warwick**' presento: *HDR Video*, *goHDR Media Player* y *goHDR Media Encoder*. Todavía estamos a la espera de poder descubrir más acerca de las especificaciones técnicas de este avanzado sistema que entiendo, revolucionara el mercado [WnabExpo].

3.8.3. Dos cámaras diferentes

Realizar un HDR mediante dos cámaras diferentes se podría simplificar diciendo que es un Bracketing mediante Hardware. Con esto queremos decir que si bien mediante el Bracketing conseguíamos 3 imágenes con exposiciones diferentes utilizando una única cámara, mediante esta técnica lo que realizamos es obtener 2 ó 3, o la cantidad que queramos, imágenes exactamente iguales (con la única diferencia de que cada una de las fotografías tiene una exposición diferente) pero cada imagen obtenida mediante el uso de una única cámara.

Es decir, necesitaremos la misma cantidad de cámaras diferentes como imágenes del mismo momento con diferente exposición queramos. Hasta la fecha, esta técnica se desarrolla mediante el uso de dos cámaras diferentes. Cada cámara es configurada exactamente igual, con la única diferencia de que una de las cámaras obtiene la imagen sub expuesta mientras que la otra la obtiene sobre expuesta.

Una vez obtenidas las diferentes imágenes, se fusionaran mediante software's de edición, consiguiendo de esta manera el principal objetivo del HDR, aumentar el rango dinámico. A la hora de realizar video mediante esta técnica realizaremos exactamente lo mismo. Es decir, grabaremos la misma escena, teniendo en cuenta que tienen que tener la misma posición, con la única diferencia de que las cámaras grabaran con diferentes exposiciones.

Esta técnica queda a medio camino entre lo que supone obtener una única imagen de mucha calidad y posterior duplicado, cambio de exposición y fusión, y las cámaras completas de video en HDR.

Mediante esta técnica obtenemos las imágenes con diferentes exposiciones, ambas con la misma calidad, mientras que si modificamos una única foto sub exponiéndola o sobre exponiéndola, no conseguiríamos la misma calidad. Pero por otra parte, falla en el hecho de que no supone una técnica muy accesible ni muy cómoda. Principalmente por el hecho de necesitar dos, o cuantas cámaras necesitemos, con todo lo que supone en transporte, cuidado y tiempo necesario para disponer todo. Y segundo, porque requiere un tiempo de post procesado, a si como de disponer del material para realizarlo, bastante elevado, que por otra parte nos ahorramos con las cámaras de video HDR.

Si disponemos de dos cámaras con la calidad de video suficiente como para tenerla en cuenta resulta una técnica importante a tener en cuenta. Principalmente, por que a día de hoy, poder disponer de una cámara de video HDR resulta complicado.

A día de hoy, el mejor y más difundido ejemplo de video HDR mediante el uso de dos cámaras y posterior procesamiento es el video desarrollado por '*Soviet Montage*', realizado con dos '*Canon 5D mark II DSLR*' [MsmHDR].

Cuando pensamos en un sistema de video HDR generado por dos cámaras nos podemos preguntar cómo se consigue ajustar ambas lentes a la misma zona de imagen y no sufrir por lo tanto los tan indeseados problemas de *Ghosting*⁸.

En el caso de '*Soviet Montage*' han diseñado un divisor del haz de luz que divide el haz en dos, cada división para cada cámara. De esta manera, permiten que ambas cámaras reciban la misma imagen y evitan, de esta manera, los problemas derivados del *Ghosting*. Si nos acordamos del sistema de división del haz desarrollado por AMP (3.8.2.1.AMP), podemos ver como en este caso, el haz se divide en dos (en vez de en tres) para hacer llevar la misma imagen a las dos cámaras, a ambos sensores [WrsHDR].

3.8.4. Video con HDR

Existe un mundo intermedio, o más bien una serie de procesos intermedios, entre lo que podemos denominar el absoluto sistema de video HDR y la generación de HDR mediante LDR. En el apartado anterior, el apartado 3.8.3. *Dos cámaras diferentes*, hemos explicado la posibilidad de generar video HDR mediante el uso de dos cámaras diferentes que capturan escenas prácticamente idénticas, teniendo como única diferencia la diferencia en la exposición del video.

Esta técnica es uno de los procesos intermedios comentados, mientras que, por otra parte, existe otro método similar para generar video HDR. Similar pero no igual. Por una parte es similar por el hecho de grabar dos secuencias de video iguales con exposiciones diferentes, pero por otra parte, esta técnica no graba las mismas secuencias enteras primeramente y posteriormente las fusiona. Seguidamente explicamos el funcionamiento.

Esta técnica, desarrollada principalmente por '*Red Digital Cinema Camera Company*' (RDCCC a partir de ahora) y aplicada en su novedosa '*Red Epic Camera*' como *HDRx*, consiste en grabar una segunda pista por debajo del vídeo principal grabando con esta segunda secuencia las zonas sub expuestas de la escena. Es decir, tenemos por una parte la grabación principal de la escena y posteriormente, a modo de segunda pista realizamos una segunda grabación grabando las zonas sub expuestas de la imagen.

Si bien, a priori, parece la misma técnica, la principal diferencia reside en que el frame sub expuesto se graba directamente antes de grabar el frame principal. Desde RDCCC justifican este proceso diciendo que de esta manera se eliminan los problemas de movimiento causados por el desalineamiento de las dos imágenes [WwkRED].

El sensor utilizado por Epic, sin activar *HDRx*, se encuentra en el rango de 11 a 13 stops. Por el contrario, cuando utilizamos *HDRx* y el segundo flujo de video comienza, se consigue una exposición totalmente separada y entre 2 a 6 stops más oscura que la original. La cámara expone a una velocidad de obturación de 1/48 de segundo y después, inmediatamente después, realiza otra exposición muchísimo más rápida, a 1/96 de segundo. Se obtienen dos archivos por separado: A y X. Uno de ellos con una mayor exposición que el otro [WlhRED].

Si bien el rango dinámico de la escena aumenta, desde RDCCC no recomiendan ir más lejos que 3 EV diferentes a no ser que sea necesario. El flujo de datos final obtenido después de la grabación puede ser fusionado mediante programas de edición [WwkRED].

⁸ Ghosting: Introduce una réplica de la imagen transmitida, desplazada en posición, que se superpone a la imagen que se está recibiendo. Normalmente es debido a las reflexiones de la señal transmitida. [WwkGho]

3.8.5. Software, Pseudo-HDR

El último paso a la hora de realiza un HDR es el que no implica ningún tipo de elemento de Hardware, es decir, se realizan una serie de capturas diferentes con un único objetivo y posteriormente, mediante software, se fusionaran para conseguir un 'Pseudo-HDR'. Y se denomina 'pseudo-HDR', porque si bien aumenta el rango dinámico de la escena, no llega a ser un HDR de verdad.

Los 'pseudo-HDR's' se realizan mediante software, que se introduce, se instala en el software original de la cámara agregando una gran cantidad de funcionalidades extras. Este software consiste en grabar vídeo e intercalar cada cuadro dos valores ISO diferentes. Esto crea dos cuadros de exposiciones diferentes mientras que los cuadros que faltan son interpolados, creando de esta manera dos canales de vídeos: por un la uno subexpuesto y otro sobreexpuesto. Al combinar estas dos informaciones se genera como resultado un pseudo vídeo HDR continuo. Se denomina 'pseudo-HDR' porque la información adicional se interpola, se inventa, a partir de la imagen original.

Uno de los ejemplos más claros de 'Pseudo-HDR' y el más utilizado y popular es el Software 'Magic Lantern' desarrollado para ciertas cámaras de gama alta de Canon [WafML].

3.8.5.1. Magic Lantern

Magic Lantern es una aplicaciones Firmware escrita por Trammel Hudson para la Canon 5D Mark II en el año 2009 y aplicado también para la 550D/T2i/Kiss X4 (1.0.8) en julio de 2010 por el mismo autor. Se han ido creando sucesivas versiones para las 550D/T2i (1.0.9), 60D, 500D/T1i/kiss X3, 600D/T3i/Kiss X5 (1.0.1) y 50D, pero por ejemplo no funciona en la 7D.

Este firmware ha sido desarrollado bajo la licencia publica GNU y desarrollado originalmente para la producción de video en DSLR's, aunque se ha extendido su desarrollo y se han incluido herramientas útiles para la fotografía también. Algunas de las herramientas que incorpora son:

- Video HDR
- FPS override
- Crop Marks
- Balance de blancos, ISO precisa y controles de velocidad de obturación
- Focus Peaking, Follow Focus, Focus Stacking and Trap Focus
- Medidores de Audio por pantalla
- Bracketing para fotografía HDR
- Bulb Ramping para Time-Lapse
- Zebra Stripes
- Control del bitrate en modo video

Se trata de un firmware que no elimina el software original, ni lo modifica ni lo estropea de ningún modo, se suma al software existente y puede ser eliminado sin ningún problema en cualquier momento.

La futuras características del 'Magic Lantern' pretenden incluir salida HDMI, vista previa Anamórfica y curvas personalizadas [WwkDIGIC].

Sin embargo, existen dos pequeños inconvenientes con *'Magic Lantern'*. Por una parte, puesto que existe un desfase temporal entre la imagen subexpuesta y la sobreexpuesta, el resultado de fusionar ambas imágenes es que no cuadran del todo, es decir, los objetos en movimiento o bien la propia cámara si se mueve, queda desalineada. Para corregir eso se requiere de un proceso de alineación, antes de fusionar ambas secuencias de imágenes.

Por otro lado, el resultado que obtenemos es un video a 12.5 fps, puesto que se fusionan la mitad de las imágenes. La solución estaría en grabar a 50 fps, aunque todavía no se sabe si esto es posible [WtIML].

3.8.5.2. Flare

En cuanto a los dispositivos móviles, recientemente ha sido desarrollada una aplicación (app) para el móvil *iPhone*, denominada *Flare*, que permite realizar fotografía y video HDR en tiempo real.

Mediante la opción de fotografía, esta aplicación obtiene dos imágenes igual pero con exposiciones diferentes, en donde una de ellas estará sobreexpuesta, mientras que la otra imagen esta subexpuesta. Después ambas imágenes son fusionadas por el software para conseguir una fotografía HDR.

En cuanto al video, *Flare* consigue video en HDR a 24 fotogramas por segundo y con una resolución reducida de 640 x 360 px. Esta aplicación realiza todo bajo la volición de la CPU del Apple A4, de un solo núcleo. En el caso del iPhone 3GS, la velocidad máxima queda reducida a 16 fotogramas por segundo [WipFlare].

3.9. HDR to MPEG [WmiMPEG]

Desde *'Max Planck Institut Informatik'* (MPII a partir de ahora), para aceptar la inminente transición desde el contenido de video tradicional LDR (*Low Dynamic Range*) al video de contenido de alto rango dinámico (HDR), proponen un método de compresión de video HDR, HDR MPEG.

Introducen una función compacta de reconstrucción que se utiliza para descomponer una secuencia de vídeo HDR en una corriente residual y un estándar LDR, que puede ser decodificado mediante los decodificadores MPEG existentes, tales como los reproductores de DVD actuales. El proceso realizado por la función se puede ver gráficamente en la *Figura 1* inferior.

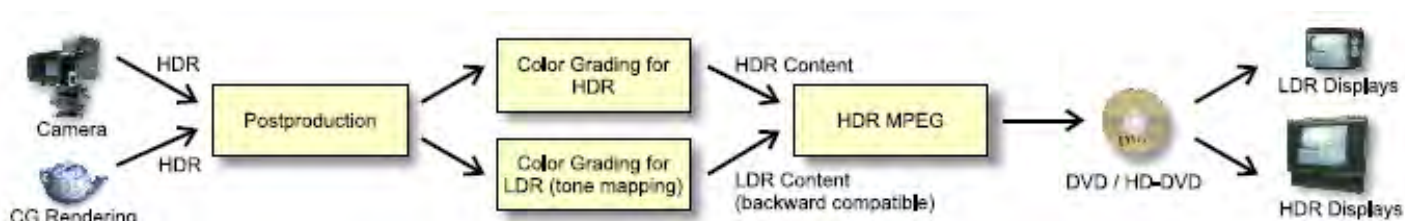


Figura 1: proceso desarrollado por MPII para pasar de HDR a MPEG.

La función de reconstrucción está bien afinada para el contenido de cada fotograma HDR, para lograr de esta manera una correcta *correlación*⁹ entre el LDR y las corrientes residuales, lo que minimiza la gran cantidad de información redundante. El tamaño de la corriente residual se reduce aún más mediante la eliminación de detalles invisible antes de la compresión utilizando el filtro HDR habilitado, los modelos de adaptación de la luminancia, la sensibilidad de contraste y el enmascaramiento visual basado en el contenido HDR.

Diseñado especialmente para la distribución de películas en DVD, este método de compresión HDR MPEG cuenta con bajos requerimiento de almacenamiento para el contenido HDR, que resulta en un aumento del tamaño de 30% en cuanto a una secuencia de vídeo LDR. El método de compresión propone no imponer restricciones o modificar la apariencia del LDR o del video HDR. Esto resulta importante para mantener una correcta compatibilidad de la corriente LDR y la correcta apariencia del DVD, y también, permite los ajustes independientes como el mapeo de tonos y la gradación de color en ambas corrientes.

La mayor ventaja del video HDR es notable en las pantallas HDR (por ejemplo, BrightSide DR37 - P), pero aun y todo, algunos dispositivos LDR pueden tomar la ventaja de tal información HDR. La calidad del contenido del DVD actual no es adecuada para muchos dispositivos de visualización existentes, tales como proyectores de alta potencia y pantallas de escritorio LCD de 10 a 12 bits. La gran limitación de bits de color por canal lleva a la pérdida de detalle en zonas de bajo contraste y contornos falsos en las regiones de gradiente. Tales problemas han resultado ser un problema para los TV modernos LCD, que ofrecen imágenes más nítidas, más brillantes y menos ruidosas que las tradicionales pantallas CRT para las cuales el DVD fue desarrollado principalmente. Es evidente que es necesaria una nueva codificación de video HDR, que sea compatible con los dispositivos actuales LDR y que, al mismo tiempo, permita a los dispositivos aprovechar la máxima información posible del HDR.

La compatibilidad se logra mediante la codificación de HDR y cuadros de video LDR en una corriente LDR que es compatible con los decodificadores MPEG, y una corriente residual que permite el restablecimiento de la corriente original HDR. Para minimizar la redundancia de la información, las corrientes residuales y LDR son descorrelacionadas. Tal descorrelacion requiere la comparación perceptualmente significativa de la fotorresistencia y pixeles HDR que se consigue mediante la introducción de un par de espacios de color correspondientes que se escalan en términos del sistema visual humano (HVS) de respuesta a los estímulos de luminancia y crominancia. Se utilizan estos espacios de color para crear una función de reconstrucción que depende de la aproximación de los valores de los pixeles HDR en base a sus homólogos del LDR. Esta aproximación, junto con los mecanismos de compresión, reduce la corriente residual a aproximadamente el 30% del tamaño de la corriente del LDR.

Debido a esta pequeña sobrecarga, tanto en resolución estándar como en películas de alta definición, pueden caber en su medio de almacenamiento original cuando se codifican con la información HDR. Dado que la propuesta de codificación HDR MPEG no impone ninguna restricción sobre el contenido LDR o HDR, los dos videos se pueden sintonizar de manera independiente y el espectro asignado logra la mejor expresión en las diferentes clases de pantallas. Este ajuste es necesario para las prácticas actuales de la industria del DVD. El algoritmo de compresión está diseñado para que el estándar de conjuntos MPEG de 8 bits se pueda utilizar para decodificar la secuencia HDR.

⁹ *Correlacion*: indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y de proporcionalidad entre dos variables. Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra [WwkCo].

Otra de las importantes contribuciones de este trabajo es el desarrollo de un filtro basado en la percepción HDR que permite predecir los umbrales de visibilidad de los marcos HDR. El filtro basado en 'wavelet' tiene la rapidez requerida por las aplicaciones de video, pero aún así los modelos importantes de características de VHS tales como la máscara de luminancia, la sensibilidad al contraste y el enmascaramiento visual para toda la gama de visibilidad dinámica de luminancia. El filtro HDR es aplicado para eliminar el ruido invisible en la secuencia de video residual, teniendo en cuenta las condiciones de adaptación y de enmascaramiento visual impuestas por el flujo original del HDR. Esto conduce a la aun mayor compresión del video HDR, puesto que los detalles que no se pueden ver son retirados de la corriente residual antes de la codificación.

3.10. Software para HDR

A la hora de elegir un buen software para HDR tendremos que analizar primeramente que es un software de HDR y en qué consiste.

Para empezar, un software HDR es aquel software que te permite seleccionar varias fotos, normalmente 3, del mismo escenario pero con exposiciones diferente y mezclarlas en una única imagen en donde conseguiremos ampliar el rango dinámico. Además, la mayoría de los programas de edición HDR cuentan con ello, se nos permite realizar un *Tone Mapping* de la imagen, posterior fusión de las 3 imágenes.

El software de edición HDR consigue realizar una única imagen con un rango dinámico mucho más elevado, fusionando 3 o más imágenes LDR con diferentes exposiciones en una única imagen.

De la misma manera que en el caso de los programas de edición fotográfica, tales como '*Adobe Photoshop*', en el mercado de los programas de edición HDR existen muchos programas, como por ejemplo: Artizen HDR, DynamicPhoto HDR, easyHDR, Essential HDR, HDR Darkroom, HDR Photo Studio, Luminance HDR, Photomatix Pro, Picturenaut, etc [WckHDRs].

A continuación citaremos y explicaremos 3 de ellos: '*Photomatix Pro*', '*Qtptfsgui*' y '*DynamicPhoto HDR*'. Se han elegido estos tres principalmente por ser, en concreto *Photomatix* y *DynamicPhoto* los programas más utilizados y mejor valorados y *Qtptfsgui* por ser un programa gratuito y de software libre.

3.10.1. Photomatix

Dentro de la casa de '*Photomatix*' podemos encontrar dos programas relacionados con el tratamiento de imágenes HDR, '*Photomatix Pro*' y '*Photomatix Essentials*'. En este caso nos centraremos en '*Photomatix Pro*', el más utilizado de los dos. Ambos son programas independientes disponibles tanto para Windows como para MAC. De licencia no-libre, '*Photomatix Essentials*' es particularmente más fácil de usar que '*Photomatix Pro*', el cual incluye características avanzadas tales como el procesamiento por lotes y '*Deghosting*¹⁰' selectiva, a sí como un plug-in de '*Lightroom*' [WhdrP].

¹⁰ *Deghosting*: proceso que incluye *Photomatix Pro* para eliminar el Ghosting. *Ghosting*: es el efecto que introduce una réplica de la imagen transmitida, desplazada en posición, que se superpone a la imagen que se está recibiendo. Este efecto es principalmente debido a reflexiones de la señal transmitida [WwkGho].

'Photomatix Pro' trabaja con fotografías de la misma escena tomadas bajo diferentes ajustes de exposición, a menudo llamadas 'Horquilladas', en referencia a las funciones de auto-horquillado disponibles en muchos modelos de cámaras [WhdrM].

3.10.1.1. Beneficios

Algunos de los **beneficios** que les aporta *Photomatix Pro* a los fotógrafos profesionales [WhdrM]:

3.10.1.1.1. Ahorro en el equipo de iluminación:

No es necesario adquirir costosos equipos de iluminación, ni transportarlos, cuando se fotografían escenas con alto contraste. Solamente es necesario activar la función 'Auto Exposure Bracketing' de la cámara y dejar que *Photomatix* fusione las fotografías en una imagen con un rango dinámico ampliado.

3.10.1.1.2. Grandes fotografías en días nublados:

La luz del sol sin una sombra brumosa, especial, o bien un cielo nublado puede resultar aburrido. La herramienta de *Tone Mapping* de *Photomatix* puede convertir este tipo de imágenes en imágenes atractivas.

3.10.1.1.3. Ahorro de tiempo en el post-procesado:

Photomatix Pro está diseñado para ser productivo – mezcla automática, sin límite de apilamiento, facilita la comparación de los resultados y el procesamiento por lotes nos permite ahorrar horas de trabajo de enmascaramiento y capas en programas de edición de imágenes.

3.10.1.1.4. Panorámicas bien expuestas:

Una escena panorámica resulta casi siempre una escena de alto contraste. Al tomar puntos de vista en varias exposiciones y después procesarlos en *Photomatix Pro*, podemos crear una panorámica en donde se muestren los detalles tanto en las áreas oscuras como en las más luminosas. *Photomatix Pro* ofrece la mezcla de exposición a sí como el *Tone Mapping* en HDR.

3.10.1.2. Proceso de Fusión [WdzTM]

Photomatix permite realizar dos tipos de proceso de fusión, por un lado *Tone Mapping* y por el otro, *Exposure Fusion*. Dentro del proceso de *Tone Mapping* podemos encontrar dos modos de trabajo: *Details Enhancer* y *Tone Compressor*. *Details Enhancer* es el que más posibilidades creativas presenta y es el proceso más utilizado a la hora de trabajar en *Tone Mapping* HDR.

La barra de control del método *Details Enhancer* de *Photomatix* cuenta con un total de 15 controles, clasificados en 8 bloques diferentes:

3.10.1.2.1. Strength

Permite indicar la fuerza o intensidad con la que se aplican las mejoras de contraste en nuestra foto. Afecta tanto al contraste local como al global, y será más notable cuanto más a la

derecha desplazemos el control. Es la combinación con el valor de *Smoothing* la que determina el aspecto final.

3.10.1.2.2. *Color Saturation*

Control que permite ajustar la saturación del color. Uno de los efectos laterales más típicos del *Tone Mapping* es la sobresaturación del color. Con este control podemos subir o bajar esta saturación. Es recomendable modificar la saturación en postprocesado siempre.

3.10.1.2.3. *Luminosity*

Permite controlar la compresión del rango tonal, permitiendo realzar la información de las sombras más o menos. Desplazando el control hacia la derecha aclaramos las sombras, recuperando la información que hay en ellas. Resulta una herramienta muy útil a la hora de combatir halos.

3.10.1.2.4. *Microcontrast*

Permite indicar el grado en el que quieres amplificar los detalles locales, quedando una imagen más nítida cuanto más alto es el valor. Cuanto más a la derecha, más contraste, aunque en general oscurece la imagen.

3.10.1.2.5. *Smoothing*

Dependiendo de si trabajamos con la opción "*Light Mode*" marcada o no, el funcionamiento de "*Smoothing*" es diferente. Podemos trabajar con un selector de 5 valores en el caso del "*Light Mode*", o con una barra de desplazamiento continuo si mantenemos el "*Light Mode*" desactivado.

En el "*Light Mode*", el efecto es más realista cuanto más a la derecha situamos el control. El valor *High* es el mínimo que podemos utilizar si queremos conseguir resultados algo realistas. Para casos pintorescos y/o irreales dejaremos los valores *Mid*, *Min* y *Low*.

Si trabajamos con "*Light Mode*" desactivado, aparentemente la barra tiene un recorrido que iría aproximadamente desde el valor *Mid* hasta el *High*, aunque el comportamiento no es exactamente igual en uno u en otro caso.

En resumen, si queremos conseguir un *Tone Mapping* llamativo sin perder el realismo, tendremos que probar a jugar con los controles de "*Strength*" y "*Smoothing*" con valores altos. Son la combinación de estos valores los que van a determinar el aspecto final del *Tone Mapping*.

3.10.1.2.6. *Tone Settings*

Photomatrix cuenta con 3 controles de *Tone Settings*: *White Point*, *Black Point* y *Gamma*. Resulta parecido a trabajar con la "*Herramienta de niveles de Photoshop*", contamos con un punto para ajustar el blanco y otro para el negro y otro para los tonos medios.

Cuando ajustamos el gamma se hace muy evidente el cambio en la saturación del color. Cuanto más desplazemos a la derecha el Gamma, más saturación, por lo tanto, es bueno combinar los ajustes del Gamma con la saturación.

3.10.1.2.7. Color Settings

Los ajustes de color cuentan con tres componentes. Primeramente “*Ajuste de temperatura del color*”, consiguiendo tonos más cálidos si desplazamos el deslizador a la derecha, mientras que los tonos se vuelven más fríos (azulados) si lo desplazamos a la izquierda.

Los otros dos controles nos permiten ajustar la “*Saturación del color*” por separado, tratando únicamente las luces, “*Saturation Highlight*” y las sombras, “*Saturation Shadows*”.

3.10.1.2.8. Miscellaneous Settings

El resto de los ajustes se encuentran aquí, en “*Miscellaneous Settings*”. Con “*Micro-Smoothing*”, podemos suavizar más o menos el detalle local de la escena, que muchas veces se traduce en la eliminación de gran parte del ruido que aparece en nuestra foto, sobre todo al elevar previamente los valores de Luminosidad.

Por defecto viene con un valor de 2. Si lo ponemos a cero se incrementa el detalle, lo que incrementa todavía más la aparición de ruido, mientras que si lo desplazamos a la derecha podemos conseguir hacer desaparecer gran parte del ruido de nuestra fotografía sin perder el aspecto conseguido con el *Tone Mapping*.

“*Highlight Smoothness*” y “*Shadow Smoothness*” nos permiten controlar la transición del contraste en las luces y en las sombras. En el caso de las luces dispone de una aplicación práctica directa con las nubes y el cielo.

El control “*Shadows Clipping*” permite oscurecer las sombras convirtiéndolas en completamente negras, de modo que podemos eliminar el ruido en las zonas oscuras si sabemos que son negras.

3.10.2. Otpfsgui

“*Otpfsgui*” es una aplicación con interfaz gráfica de usuario de código abierto y gratuita que tiene como propósito la creación de imágenes en HDR. El objetivo es crear un fichero HDR a partir de un conjunto de imágenes de la misma escena tomadas con diferentes configuraciones de exposición. El resultado final es exportable a un formato estándar de imagen. *Otpfsgui* es una aplicación disponible para plataformas *Linux*, *Windows* y *MAC* [WwkJtp].

Soporta los siguientes formatos HDR:

- OpenEXR (extensión: .exr)
- Radiance RGBE (extensión: .hdr)
- Formatos TIFF: 16 bits, 32 bits y LogLuv (extensión: .tiff)
- Formato de imagen RAW
- Formato nativo PFS (extensión: .pfs)

Y los siguientes formatos no HDR:

- JPEG
- PNG

- PPM
- PBM
- TIFF (8 bits)

3.10.2.1. Características compatibles [WqsCa]

- Podemos generar un archivo HDR a partir de un conjunto de imágenes (formatos JPEG, TIFF 8 bits y RAW 16 bits) de la misma escena con valores de exposiciones diferentes.
- Guardar imágenes cargadas HDR.
- Girar, modificar el tamaño y recortar imágenes HDR.
- Realizar *Tone Mapping* de imágenes HDR.
- Copiar datos *exif*¹¹ de entre conjuntos de imágenes.
- Soporta Internacionalización: traducción de todos los mensajes de texto en inglés de *Qtpfsgui* al idioma nativo.

3.10.2.2. Manejo [WdzMa]

Qtpfsgui es una aplicación extremadamente sencilla de utilizar, prácticamente se maneja con dos botones.

El primero, “*Nuevo HDR*”, sirve para abrir la imagen o imágenes sobre las que queremos trabajar. Al pulsarlo se abrirá una ventana en donde debemos indicar el conjunto de imágenes (puede ser solamente una) a partir de las cuales compondremos nuestra imagen HDR.

Una vez abiertos los archivos, basta con utilizar el segundo botón, “*Mapear Tonos del HDR*” (*Tone Mapping*). Aparecerá una nueva pantalla en la que podremos elegir diferentes opciones de mapeado, para cada una de las cuales podremos variar los parámetros de configuración hasta conseguir el resultado deseado.

3.10.3. Dynamic Photo HDR

DynamicPhoto HDR es un software fotográfico desarrollado por “*Mediachance*” para Microsoft Windows, diseñado para crear imágenes HDR y aplicar *Tone Mapping* a imágenes HDR mediante la combinación de varias imágenes JPG o RAW tomadas con diferentes exposiciones. Utiliza el método automático y manual “*Pin Warping*” para alinear las imágenes. Existe también una versión para MAC [WwkDP].

3.10.3.1. Aspectos a destacar [WmcDP]

1. Nuevo operador local “*Halo-Matix*” para producir imágenes con *Tone Mapping* con una gran cantidad de variaciones y ajustes.
2. Pintar la luz. Aplicar luz dinámica mediante un pincel en las zonas deseadas.
3. Editor posterior, solo en *Windows*, para todas las imágenes básicas a las cuales aplicarles diferentes tonos y efectos (soporta también *plug-ins* de *Adobe*).
4. Vista previa disponible para poder ver las modificaciones al instante.
5. Mejora de la compatibilidad del navegador para archivos RAW.
6. Opciones de Gamma/Blanco y Negro en la creación de un nuevo HDR.

¹¹ *Exif*: es una especificación para formatos de archivos de imagen usado por las cámaras digitales. La especificación usa los formatos de archivos existentes como JPEG, TIFF Rev 6.0 y RIFF, el formato de archivo de audio WAVE, a los que se agregan tags específicos de metadatos [Wwkexif].

7. **Pin Warping:** Aunque la imagen este tomada sin el uso de un trípode ni soporte y no este del todo alineada no resulta un problema. El método “*Pin Warping*” alinea incluso las imágenes más desalineadas.
8. **Anti-Ghosting:** Cuando un objeto se traslada mientras se están realizando disparos diferentes suele crear problemas de Ghosting en la imagen final. “Anti-Ghosting” es una máscara muy potente y fácil de utilizar que evita este problema de Ghosting.
9. **Silky-smooth sky:** Un problema muy común en los procesados de imágenes HDR resulta la adición de ‘halo’ y bloques de ruido en las grandes zonas lisas como el cielo. “*Sky3D Filter*” es un filtro que permite ajustar automáticamente el tono para preservar la suavidad del cielo.
10. **Agregar efecto de Video:** En la última versión de *Dynamic Photo HDR* se añade el procesamiento de vídeo experimental como otro modo de agregar *Tone Mapped* artístico.

3.10.3.2. Tutorial

En el siguiente enlace multimedia podemos seguir un sencillo y corto tutorial para poder realizar una imagen HDR mediante *Dynamic Photo HDR*: [MdwDP].

3.11. Aplicaciones:

3.11.1. Infografía 3D

Las imágenes HDR (HDRIs, *High Dynamic Range Images*) se utilizan para la iluminación realista de escenas 3D a través de una técnica denominada “*Image Based Lighting*”. Teniendo en cuenta que las imágenes HDR disponen de toda la gama de información “real” de luminancia, los algoritmos de iluminación global se utilizan para simular luz natural.

Con el fin de capturar la iluminación de la escena en todas las direcciones, las imágenes HDR destinadas a la iluminación en 3D resultan a menudo imágenes panorámicas de 360°. Estas se pueden utilizar fotografiando una esfera de espejos (mas fácil y rápido, pero de peor calidad), uniendo diferentes vistas o capturas directas con una cámara panorámica de alta gama. Una panorámica de 360° no es estrictamente necesaria, sin embargo, una imagen HDR tomada desde una única vista, preferentemente con una lente gran angular, puede ser suficiente en algunos casos.

Lo que sí que es absolutamente necesario siempre es el uso de una imagen HDR verdadera. Una imagen JPEG producida por una cámara no es una imagen HDR y no funcionara para generar iluminación basada en imágenes. En primer lugar, porque la imagen JPEG no será capaz de capturar todo el rango dinámico de la escena. Y en segundo lugar, porque los valores de la imagen no son lineales (lo que resulta necesario para hacer que se visualice correctamente en un monitor), mientras que los algoritmos de renderización asumen valores lineales, por ejemplo, valores proporcionales a la luminancia capturada [Whdrs3D].

3.11.1.1. Image Based Lighting

Es una técnica de renderizado 3D que consiste en la captura de una representación omnidireccional de la información de la luz del mundo real como una imagen, por lo general, utilizando una cámara especializada. Esta imagen se proyecta sobre una cúpula o esfera

análoga a la cartografía del medio ambiente, la cual se utiliza para simular la iluminación de los objetos de la escena. Esto permite un gran nivel de detalle de la iluminación del mundo real que utilizaremos para iluminar la escena, en lugar de tratar de modelar con precisión la iluminación utilizando técnicas existentes de representación.

Aunque no resulta universal, la imagen de la iluminación suele estar basada en imágenes HDR, para un mayor realismo. Casi todo el software de representación moderna ofrece algún tipo de iluminación basado en imágenes, aunque la terminología exacta utilizada en el sistema pueda variar. La imagen basada en la iluminación es una técnica que está comenzando a aparecer en los videojuegos o en los ordenadores personales, que empiezan a tener recursos computacionales para representar escenas en tiempo real utilizando esta técnica [WwkiBL].

3.11.1.1. Pasos básicos de IBL [WiueIBL]

1. La captura de la iluminación real como una imagen omnidireccional de alto rango dinámico, HDR.
2. Mapeo de la iluminación en una representación ambiental, del medio ambiente.
3. Colocación del objeto en 3D en el interior del medio ambiente.
4. Simulación de la luz del ambiente iluminando el objeto creador mediante gráficos de ordenador.

3.11.2. Time-Lapse

Una de las aplicaciones del HDR, que si bien puede no resultar la más importante, es una de las más aplicadas actualmente, es el HDR Time-Lapse. Podríamos decir que en teoría no supone una técnica independiente en sí, sino más bien una mezcla de las dos técnicas independientes. Por una parte el Time-Lapse y por otra parte el HDR.

El HDR Time-Lapse tiene unos pasos básicos importantes e imprescindibles que tendremos que tener en cuenta. Del mismo modo que el Time-Lapse y en cierta manera también el HDR, son técnicas que se componen por un número no muy excesivo de pasos básicos, que iremos perfeccionando con el tiempo. Y posteriormente, al gusto de cada usuario, mejorando y ampliando.

En esta “técnica”, de la misma manera que en el Time-Lapse, se realizan fotografías de un escenario con un intervalo concreto entre ellas, pero en este caso, en vez de realizar una exposición cada vez, realizaremos al menos 2. En estas 2 exposiciones diferentes es en donde entra en juego el HDR. Es decir, realizaremos lo mismo que en la técnica del HDR y obtendremos, al menos (aunque en este caso es más recomendable realizar 3 exposiciones diferentes) dos imágenes diferentes, una de ellas subexpuesta y la otra con una correcta exposición.

3.11.2.1. Pasos básicos para realizar un HDR Time-Lapse [WitIHDRT]

1. Primeramente tendremos que poner la cámara en modo Bracketing, es decir, tomara 3 tomas (hemos comentado que es lo más acertado) a diferentes exposiciones por cada pulsación del disparador. Es recomendable ponerlo al máximo posible, para aprovechar todo el rango dinámico de la cámara.
2. Es importante tener la cámara en modo ráfaga.

3. Tendremos que preparar el Intervalómetro para que deje suficiente tiempo a la cámara para poder hacer las 3 tomas. El intervalómetro debe de tener un tiempo mínimo de 2 segundos.
4. Tenemos que calcular el intervalo, el tiempo mínimo para que la cámara realice las 3 tomas a diferentes exposiciones y que tenga tiempo suficiente para almacenarlas en la cámara y continuar con las siguientes exposiciones. Para ello tendremos que tener en cuenta las velocidades programadas, el tamaño y calidad de las fotografías y la rapidez de nuestra tarjeta de memoria.
5. Una vez obtenidas todas las fotografías tendremos que editarlas mediante un programa de edición de fotografías HDR y posteriormente, utilizar un programa de edición de fotografías con el cual montar nuestro Time-Lapse.

3.12. Mitos del HDR[WdzMitos]:

3.12.1. Es necesario que nuestra cámara disponga de modo Bracketing

Tampoco es cierto que necesitemos del modo Bracketing en la cámara para realizar las secuencias de fotografías. El Bracketing de exposición nos permite realizar disparos secuenciales con exposiciones diferentes sin necesidad de tocar los parámetros de la cámara entre cada toma.

Lo que realmente necesitamos es que nuestra cámara permita disparar en modo manual ajustando el tiempo de exposición para diferenciar la exposición de las tomas. Esto lo podemos realizar ajustando cada toma y disparando a continuación. Esta funcionalidad es muy interesante para mitigar el riesgo de desencuadre entre cada toma y podríamos decir que resulta imprescindible si no disponemos de trípode, pero en ningún caso dependemos de ello para realizar fotografías HDR.

De hecho, es probable que por el alto rango dinámico de la escena, necesitemos realizar un número de exposiciones mayor al que nos permita la funcionalidad del Bracketing de nuestra cámara.

3.12.2. Necesitamos un trípode para hacer HDR

Aunque en la mayoría de los casos es así, no es estrictamente cierto que necesitemos siempre un trípode para realizar fotografías HDR. Con un trípode tendremos garantías de que las exposiciones recogen la misma escena y no vamos a tener problemas posteriores con la fusión de las fotografías. Pero no por ello vamos a dejar de realizar fotografías sin trípode.

3.12.3. Solo podemos hacer fotografías HDR con una cámara Réflex

Existe la creencia de que es necesario disponer de una cámara Réflex (SLR) para realizar fotografía HDR. Se asume que la fotografía HDR es algo avanzada y por tanto no se puede realizar con cámaras más simples, pero nada más lejos de la realidad.

La fotografía HDR nada tiene que ver con la forma en la que la imagen se proyecta sobre el sensor ni con equipos que permitan o no intercambiar lentes. Para realizar buenas fotografías HDR necesitamos hacer diferentes tomas de una misma escena con exposiciones diferentes, nada más y nada menos.

3.12.4. Podemos hacer HDR a partir de un único RAW

Estrictamente hablando, no podemos realizar fotografías de Alto Rango Dinámico a partir de una única fotografía en RAW, tampoco de una única fotografía en JPEG. Lo que podemos realizar es un *pseudoHDR*. Podemos realizar ajustes de *Tone Mapping* sobre ellas.

Por definición, el alto rango dinámico consiste en unir dos o más fotografías para aumentar el rango dinámico conseguido. Con una única toma siempre tendremos el rango dinámico de esa toma, aunque podremos trabajar sobre su *Tone Mapping*. Este *pseudoHDR* no es HDR real. Cuando vemos fotografías HDR lo que estamos viendo realmente son fotografías resultantes de aplicar el procesado de *Tone Mapping* sobre la imagen HDR original.

3.12.5. El HDR da interés a una fotografía

Existe la teoría de que procesar una fotografía para obtener un acabado que represente una escena de Alto Rango Dinámico aumenta el interés de la fotografía. Pero lo cierto es que, si una foto no tiene interés por sí misma, difícilmente podremos justificar un aumento de interés por el hecho de aplicar un procesado concreto.

No debemos obsesionarnos por el HDR, ni por aspectos relacionados con la composición fotográfica. La composición da ese punto de interés que podemos echar en falta, pero no conseguiremos milagros con ella. Una vez dominemos la composición, podremos trabajar en mejorar las fotografías con composiciones de por sí atractivas que, por el rango dinámico de la situación en las que son hechas, no es posible captar toda la información tonal en una única toma.

4. Vídeo 3D

4.1. Introducción

A la hora de abarcar un proyecto 3D Estereoscópico es importante analizar y dejar claros dos puntos importantes. Para empezar, es importante tener claro que es el 3D, que es la estereoscopia y que aportan y suponen a la hora de realizar un proyecto de este tipo ambas técnicas.

Y segundo, es importante tener en cuenta el material del que disponemos, analizar bien el material y ver como funciona para, posteriormente, poder obtener una correcta grabación que editar correctamente.

A continuación, describimos los elementos descritos anteriormente, y puesto que esta ha sido nuestra cámara, describiremos la cámara 3D *Bumblebee 2* de *Point Grey*.

4.2. Tridimensional

Un objeto o ente es tridimensional si tiene tres dimensiones, es decir, si cada uno de sus puntos puede ser localizado especificando tres números dentro de un cierto rango. Por ejemplo, anchura, longitud y profundidad.

En un espacio euclídeo convencional un objeto físico finito está contenido dentro de un ortoedro mínimo, cuyas dimensiones se llaman ancho, largo y profundidad. El espacio físico a nuestro alrededor es tridimensional a simple vista [WwkTri].

El espacio euclídeo es un tipo de espacio geométrico donde se satisfacen los axiomas de Euclides de la geometría. La recta real, el plano euclídeo, el espacio tridimensional de la geometría euclidiana son casos especiales de espacios euclídeos de dimensiones 1, 2 y 3 respectivamente. El termino euclídeo es utilizado para distinguir estos espacios de los espacios curvos de las geometrías no euclidianas y del espacio de Einstein.

Un espacio euclídeo es un espacio vectorial normado sobre los número reales de dimensión finita, con norma asociada al producto escalar ordinario. Para cada número entero no negativo n , el espacio euclídeo n -dimensional es el conjunto \mathbb{R}^n [WwkEE].

4.3. ¿Qué aporta el 3D? [Pbm09]

A la hora de entender el 3D nos podemos preguntar, ¿Qué aporta el 3D a un video o película? Si bien es cierto que aporta profundidad, se trata de más que eso. El 3D aporta sensaciones, experiencias y además, mayor posibilidad de identificarnos con los personajes, de una manera más directa y diferente que con el 2D.

Debemos tener en cuenta que el 3D es nuestra forma natural de ver, que nos aporta sensación de realismo, aporta sensación de realismo a la audiencia. No tendremos la necesidad de reconstruir los volúmenes de los objetos de la escena que estamos viendo, puesto que los objetos ya obtienen ese volumen directamente desde nuestro sistema visual. Esto significa reducir el esfuerzo que supone la suspensión del escepticismo o la incredulidad, aumentando significativamente la experiencia de inmersión en nuestro video o película.

Al tratar primeros planos el efecto es aún mayor, puesto que la cabeza del actor llena la habitación, aumentando considerablemente la carga emocional de la escena. Normalmente el ser humano tiene mayor preferencia con los detalles de las estructuras del cuerpo, los volúmenes y los movimientos de los huesos y de los músculos subyacentes, nuestra visión, a fin de cuentas, no es plana. El cada vez mayor realismo de las figuras humanas en las películas 3D afecta positivamente a la identificación de los procesos de proyección.

Si tenemos en cuenta las filmaciones de paisajes, el efecto supone una mezcla. Debido a las leyes de la óptica, no existe un tamaño máximo de lo que podemos llegar a mostrar en una pantalla. Hasta que no tengamos la película proyectada directamente sobre nuestros ojos, no veremos una imagen mayor que la pantalla que estemos viendo. Como resultado, un gran paisaje colocado fuera de la pantalla o bien se verá grande y plano o, en vez de parecer bien esculpido, con volumen y forma, tendrá que reducirse para ajustarse a las dimensiones del teatro. Este efecto no es detectado por la audiencia normalmente, y en el peor de los casos, te hará sentir como un gigante mirando a modelos escalados.

En general, se puede decir que la cinematografía en 3D no es capaz de encajar toda la profundidad del mundo real dentro de una sala 3D. Existen limitaciones que afectan a los sujetos más alejados y aquellas que limitan a los paisajes. Existe un límite en la intensidad de los efectos en el primer plano que podemos conseguir. Hay que tener en cuenta que el volumen de la mitad de la sala de proyección es el área en donde nosotros seremos capaces de mostrar objetos sin herir los sentimientos de los espectadores.

Pero no solo debemos ajustar la composición y las imágenes de la escena, el ritmo de la edición y los efectos visuales necesitan de una especial sutileza también. Debida a la creciente complejidad visual y de tiempo de lectura extendido, las imágenes 3D requieren de mayor suavidad que las de edición 2D.

4.4. Historia, 50 vs Ahora [Pbm09]

Si bien el 3D está resurgiendo ahora mismo, tenemos que tener en cuenta que disfrutamos de una época dorada en los años 50. Surgió cuando el cine luchaba contra un rival de gran alcance como lo fue la televisión y ahora mismo pelea ampliamente contra el entretenimiento en el hogar como el cine, los videojuegos o el intercambio de archivos en Internet.

En las dos ocasiones la chispa fue una película. En los años 50 la película “BwanaDevil”, de 1952. Y en los tiempos en los que vivimos la película “The Polar Express”, de 2003, fue el pistoletazo de salida.

En la década de los 50 la tecnología 3D reutilizaba las tecnologías multi-cámara desarrolladas para los formatos panorámicos. Durante los años, nuevos materiales y lentes anamórficas han mejorado las cámaras simples de los estudios para la creación de películas en color en pantalla grande, dejando al 3D con la carga de las producciones multi-cámara. Además, el 3D requiere de extrema precaución en la proyección para prevenir que el efecto 3D se convierta en una experiencia visual dolorosa. Los proyectores necesitan ajustarse y sincronizarse perfectamente, a veces, va más allá de las propias habilidades del proyeccionista.

En el 3D de hoy en día, teniendo en cuenta todos los procesos digitales de producción necesarios, los beneficios se extienden mucho más allá de la fotografía principal, la postproducción y la distribución en sí. Teniendo en cuenta que el 3D en la década de los 50 fue

paralizado por problemas de calidad de imagen que no pudieron ser abordados en la era analógica, realizar esta distinción es crucial. Básicamente, una película digital en 3D no debe generar dolor de cabeza (a menos que el director realice una película horrible) y no lastimar a la audiencia tiende a ser un tema clave cuando se está vendiendo entretenimiento.

Cabe señalar que el desarrollo del 3D con una sola cámara durante los años 1970 y 1980 provocó un resurgimiento de películas en 3D ("*Jaws 3D*", "*TheStewardess*"), acontecimiento que no fue suficiente para el renacimiento del 3D. En la misma medida, la digitalización del post-procesamiento y los efectos visuales permitieron un renovado impulso en la década de los 90 ("*SpyKids*", "*TheAdventures of Sharkboy and Lavagirl*"). Pero solo la digitalización entera, desde la lente de la cámara hasta la lente del proyector, da a la tecnología 3D el biotopo necesario para prosperar.

La segunda gran diferencia resulta en la ausencia de tecnología competitiva en la industria del entretenimiento. Todas las tecnologías emergentes de hoy en día están en realidad apoyando la transición al 3D. Los efectos digitales, los estudios virtuales y los actores virtuales, son las claves para el desarrollo del 3D de alta calidad.

En resumen, por primera vez, existe una tecnología de digitalización que ocupa todos los problemas de la producción 3D, haciendo el 3D posible.

4.5. Estereoscopia [WwkEst]

La estereoscopia o imagen 3D es cualquier técnica capaz de recoger información visual tridimensional y/o crear la ilusión de profundidad en una imagen. Esta ilusión de profundidad en una fotografía, película u otra imagen bidimensional se crea presentando una imagen ligeramente diferente para cada ojo, como ocurre en la visión del ser humano. Esta técnica fue inventada por *Sir Charles Wheatstone* en 1840.

La fotografía tridimensional de la industria moderna puede utilizar escáner 3D para detectar y almacenar la información tridimensional. Esta información de profundidad puede ser reconstruida a partir de dos imágenes utilizando un ordenador para relacionar los píxeles correspondientes en las imágenes de la izquierda y de la derecha.

Solucionar el problema de la correspondencia en el campo de la visión por ordenador apunta a crear información significativa de profundidad a partir de dos imágenes. Actualmente podemos realizar la estereoscopia en el cine con los formatos digitales 3D.

La fotografía estereoscópica tradicional consiste en crear una ilusión 3D a partir de un par de imágenes 2D. La manera más sencilla de crear en el cerebro la percepción de profundidad es proporcionando a los ojos dos imágenes diferentes, que representan las dos perspectivas del mismo objeto, con una pequeña desviación similar a las perspectivas que de manera natural reciben los ojos en la visión binocular.

Si queremos evitar la fatiga visual y la distorsión, las imágenes 2D se deben presentar preferiblemente al ojo correspondiente del espectador, de manera que cualquier objeto a distancia infinita percibido por el espectador debe ser percibido por el ojo en concreto. Mientras este orientado hacia adelante, los ojos del espectador no se cruzan ni divergen. Cuando la imagen no contiene ningún objeto de distancia infinita, un horizonte o una nube por ejemplo, las imágenes deben ser espaciadas correspondientemente más cercanas.

4.5.1. Terminología [Pbm09]

El término 3D hace referencia a dos conceptos principalmente: por un parte a imágenes generadas por ordenador (CGI o CG, *Computer-generated Images* ó *Computer-generated*) que dependen de los modelos 3D virtuales de objetos, como la famosa taza de Utah. Y por otra parte, a las películas estereoscópicas (S3D, *Stereoscopic 3D*), en donde las imágenes, consideradas a través de unas gafas adecuadas, parecen llegar a la pantalla.

Ambos 3Ds deben distinguirse claramente, aunque el actual renacimiento del cine en 3D fuese provocado por una docena de “animaciones 3D” en películas denominadas “3D”. Las imágenes generadas por ordenador 3D han sido muy utilizadas en medios de comunicación 2D como películas y videojuegos, además, muchas películas “no animadas” 3D van a ser estrenadas en los próximos años.

4.5.2. Técnicas tradicionales [P3DEst]

4.5.2.1. Anaglifos

Un anáglifo consiste en una estereografía en la que se hallan superpuestas dos imágenes tomadas o tratadas con filtros de colores diferentes. Para su visualización se requiere de gafas anaglíficas, que mediante filtros de colores diferentes, hacen llegar a cada ojo únicamente la imagen que le corresponde, creando el efecto estereoscópico.

Estas imágenes pueden ser creadas de diversas maneras: empleando los negativos, coloreando con la ayuda de un ordenador, o proyectando diapositivas desde dos proyectores equipados con filtros.

4.5.2.2. Sistema ChromaDepth

Es un sistema que utiliza una rejilla de difracción en las gafas que descompone la luz que lo atraviesa en colores con diferente angulación según su longitud de onda, que llegan al ojo y crean un efecto de profundidad que varía según el color.

Para que la desviación entre la luz directa y la difractada sea notable, las imágenes tienen que tener colores muy intensos, por lo que el rango cromático utilizable queda limitado.

4.5.2.3. Efecto Pulfrich

Efecto que se produce al observar el movimiento oscilatorio de un péndulo en un plano frontal al observador cuando colocamos un filtro gris o coloreado sobre uno de los ojos. El estímulo que se ve con el ojo con filtro es registrado con una latencia mayor que el que se ve con un ojo sin filtro. Es decir, la información del ojo con filtro llega al córtex cerebral con un retraso temporal.

Para un objeto estacionario, esta latencia no tiene consecuencias prácticas, pero cuando el objeto está en movimiento, el ojo con filtro ve la imagen correspondiente al péndulo en un momento anterior al que está viendo el ojo sin filtro. Creando con estas dos imágenes una disparidad binocular para el objeto en movimiento en cualquier punto de la trayectoria.

La ventaja de esta técnica es que se puede aplicar sobre una escena con imagen normal, pero el gran inconveniente es que dicha escena debe tener un movimiento lateral continuo, y en el mismo sentido, para obtener un efecto de profundidad.

4.6. Percepción: Rangos y Límites [P3DEst]

La percepción de profundidad estereoscópica alcanza un límite cuando no hay disparidad entre las imágenes obtenidas por cada uno de los ojos, cosa que ocurre para el rango de 100-200 metros. En la visualización de imágenes estereoscópicas recreadas existe la misma limitación, que definirá la “resolución de profundidad” y el “rango de profundidad” del visionado.

4.6.1. Resolución 2D y Resolución de profundidad 3D:

Al llegar al límite de la resolución 2D perdemos la habilidad de la extracción de información 3D. Es decir, a mayor resolución del par de imágenes 2D, mayor será la resolución de profundidad de la imagen 3D creada. La compresión excesiva, la pérdida de detalles en brillos y sombras, proyectores desenfocados y cualquier tipo de imagen de baja resolución afectarán a la calidad de la reconstrucción de profundidad.

4.6.2. Distancia máxima y mínima:

El ser humano no está acostumbrado a mirar a objetos más lejanos que el infinito, incluso cuando miramos a las estrellas, los ejes ópticos de nuestros ojos se encuentran en posición paralela, en una posición de relajación. En una imagen recreada, se da el caso cuando las imágenes izquierda y derecha se encuentran separadas 6,5 cm (distancia interocular humana). Sin embargo, la distancia se convierte en una diferente al realizar zoom, o si la proyectamos en una pantalla con un tamaño diferente para el que fue concebida. Posiblemente podamos visualizarla, pero pasado un tiempo se nos cansará la vista.

4.6.3. Límites de convergencia y decorrelación de acomodación:

Al mirar un objeto en el mundo real los ojos convergen y se acomodan, o enfocan en un único punto. Al mirar la imagen 3D de un objeto, los ojos se acomodan sobre la pantalla, convergiendo en un lugar entre esta y los propios ojos. Esta decorrelación no resulta una función natural de nuestro sistema visual, siendo el cerebro el que está forzando a los ojos a hacerlo.

Este ejercicio óculo-motriz puede llegar a ser doloroso y puede incrementar en dificultad con la edad. La eficiencia y el confort en la decorrelación se incrementan con el ejercicio. El entrenamiento reduce el efecto de vista cansada y reduce el tiempo de procesamiento de asimilación de las parejas de imágenes 2D en una imagen 3D.

4.6.4. Límite de Rango de fusión:

Mediante la fusión el cerebro combina las dos imágenes 2D en una única imagen 3D, pudiendo fusionar imágenes de objetos cercanos o lejanos a nosotros, pero no de objetos demasiado alejados entre ellos, ni el primer plano o el fondo. Además, el ser humano tiende,

inconscientemente, a analizar primero qué está pasando al fondo antes de concentrarse en el sujeto.

4.7. Cámaras 3D:

4.7.1. General

La cámara 3D, o cámara estereoscópica, nombrada así debido a la visión estereoscópica humana, es una cámara capaz de capturar imágenes en tres dimensiones. La base de la visión binocular humana consiste en producir dos imágenes (una para cada ojo) que posteriormente se mezclan en el cerebro creando la imagen 3D. Las cámaras 3D intentan imitar este comportamiento utilizando dos objetivos (o dos cámaras separadas) captando la fotografía al mismo tiempo, obteniendo como resultado las imágenes 3D.

Hacia 1850 se capturan y se dan a conocer las primeras imágenes tridimensionales. Durante 100 años más o menos fue muy popular, pero desde 1950 hasta hace unos años su uso diezmo mucho [WwkCE].

4.7.1.1. Funcionamiento [WwkCE]

Las cámaras estereoscópicas se basan en el principio de la visión humana. Nuestros ojos están separados unos 65 mm el uno del otro. Cada ojo ve una imagen, teniendo cada uno ángulos diferentes, siendo el cerebro el que se encarga de mezclar las dos imágenes creando el efecto de relieve, el efecto 3D.

Capturando dos imágenes con una separación como la de la que dispone la visión humana estamos imitando el comportamiento de nuestros ojos. Y si posteriormente, a través de visores especiales o proyecciones polarizadas, dejamos ver a cada ojo sólo la imagen que le corresponde, nuestro cerebro creará igualmente el efecto de visión 3D.

Existen principalmente tres sistemas empleados para obtener imágenes estereoscópicas:

- *Una cámara especial con dos objetivos.* El sistema más universal y que permite capturar fotografías a partir de 1,5 metros.
- *Uso de dos cámaras iguales,* juntas y con captura sincronizada. Utilizado básicamente para paisajes a partir de 3 metros.
- *Una única cámara,* que desplazamos para obtener las dos fotografías. Utilizado para elementos estáticos, macrofotografía y para paisajes lejanos.

Las cámaras 3D tienen que respetar varias normas. Tienen que respetar la relación de separación de los objetivos respecto a la proximidad o lejanía del tema fotografiado y la relación de convergencia de los objetivos sobre el motivo. Si no respetamos estas normas, nuestro cerebro no sabrá interpretar el resultado y no podremos entender las imágenes.

4.7.2. Bumblebee 2

4.7.2.1. Especificaciones Técnicas

A continuación explicaremos brevemente los elementos técnicos más relevantes de nuestra cámara 3D. **Bumblebee 2** de *Point Grey*.



Bumblebee 2 de Point Grey

4.7.2.1.1. Sensor

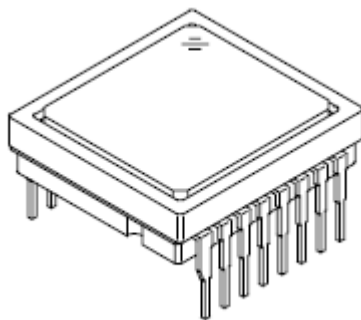
Sensor de Imagen CCD [WwkCCD]

Dispositivo de carga acoplada (*CCD ó Charge-coupleddevice*) es un circuito integrado que contiene un número determinado de condensadores acoplados. Bajo el control de un circuito interno, cada condensador puede transferir su carga eléctrica a uno o a varios de los condensadores que estén a su lado en el circuito impreso.

Es uno de los elementos principales de las cámaras fotográficas y de video digital. El CCD es el sensor con diminutas células fotoeléctricas que registran la imagen. Desde aquí la imagen es procesada por la cámara y registrada en la tarjeta de memoria. La capacidad de resolución o detalle de la imagen depende del número de células fotoeléctricas del CCD, número expresado en píxeles. A mayor número de píxeles, mayor resolución.

Sensor ICX204 [WdsICX]

El ICX204 es un sensor de imagen CCD interlineal de estado sólido de 6mm de diagonal (*tipo 1/3¹²*) con una matriz de píxeles cuadrados y 800K píxeles efectivos. Es un sensor de 16 pins, como podemos ver en la figura inferior. El escaneo progresivo permite que todas las señales de los píxeles tengan una salida independiente. Además, el modo de lectura de alta velocidad soporta 60 fps. El chip incluye un obturador electrónico con tiempo de carga variable que permite realizar imágenes *full-frame* completas sin un obturador mecánico.



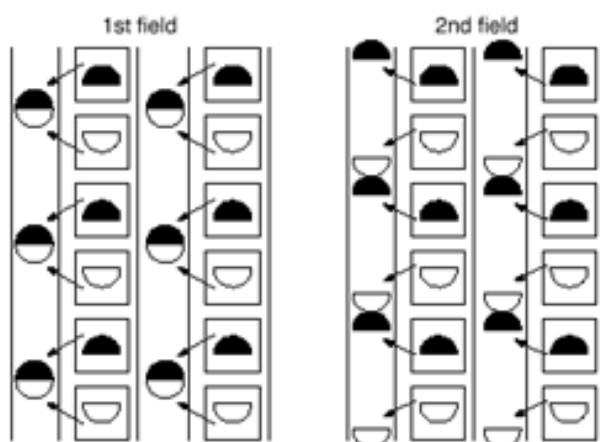
Sensor ICX204 de 16 pins.

¹²*Tipo 1/3*: es un tipo de formato del sensor de imagen, es la forma y el tamaño del sensor. El formato determina el ángulo de visión de un objetivo específico cuando está utilizado con una cámara determinada [WwkFSI].

La reproducción con alta resolución y color se consigue mediante el uso de filtros de color primarios. Además, la alta sensibilidad se logra mediante la adopción de sensores *HAD (Hole-Accumulation Diode, Diodos de acumulación)*. Se trata de un chip adecuado para cámaras fotográficas electrónicas, cámaras de entrada al ordenador, etc.

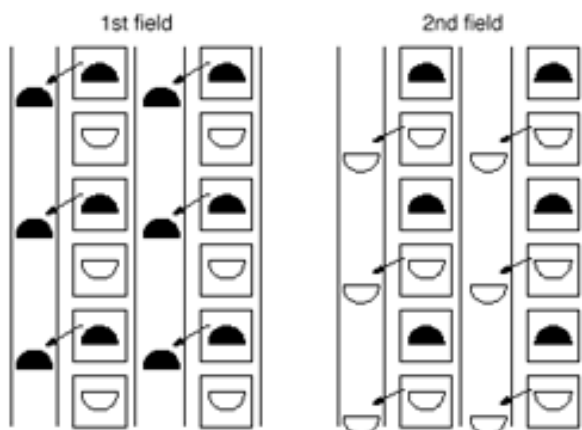
El escaneo progresivo [WscPS]

Los CCD *interlinea*¹³ convencionales se basan en los estándares de escaneo de las televisiones estándar, como por ejemplo NTSC, y fueron fabricados de acuerdo a la exploración entrelazada. Como resultado, pares de píxeles pares e impares de los CCD alineados en la dirección perpendicular fueron escaneados en una sola exploración. Con el fin de explorar toda la carga de píxeles, dos píxeles, uno impar y otro par, se mezclan en una perpendicular de transferencia tal y como podemos ver en la siguiente imagen. Lo que significaba sacrificar la resolución en la dirección perpendicular.



Funcionamiento de los CCD interlinea convencionales.

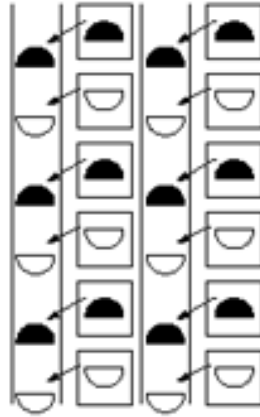
La alternativa era dividir la información total de píxeles en dos pantallas, una de ellas contiene la información de las líneas impares, como podemos ver en la siguiente figura. Con el método anterior, la resolución perpendicular se reducía a la mitad, mientras que con este último, el sincronismo en la exploración resultante se pierde en el tiempo de exposición. Se encuentran problemas en las aplicaciones que requieren un alto nivel de precisión.



División de la información total en dos pantallas.

¹³CCD *Transferencia Interlinea*: CCD's que utilizan registros de desplazamiento que se encuentran entre las líneas de píxeles y que se encargan de almacenar y transferir los datos de la imagen [WwkCM].

Con el CCD interlinea de exploración progresiva, tal y como se puede ver en la siguiente figura, una perpendicular CCD de transferencia es utilizada, en la que existe una correspondencia 1:1 entre píxeles. Esto permite realizar el escaneo sin sacrificar ni la resolución perpendicular ni la sincronía en el tiempo de exposición.



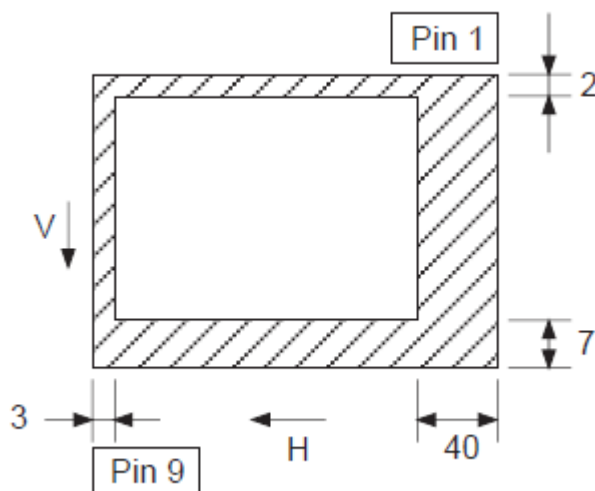
CCD interlinea de exploración progresiva.

Características [WdsICX]

- El escaneo progresivo permite la lectura individual de las señales de imagen de todos los píxeles.
- Alta resolución horizontal y vertical (ambas de aproximadamente 600 líneas TV).
- Píxeles cuadrados.
- Frecuencia horizontal: 15MHz, max: 20MHz.
- Sin ajustes de voltaje.
- Filtros primarios de color R, G, B en el chip.
- Buenas características antiblooming (anti 'derramamiento').
- Obturador de velocidad variable.

Estructura [WdsICX]

- *Tamaño:* 6 mm de diagonal (Tipo 1/3)
- *Número total de píxeles:* 1077 (H) x 788 (V). Aproximadamente 850K píxeles.
- *Número efectivo de píxeles:* 1034 (H) x 779 (V). Aproximadamente 800K píxeles.
- *Número de píxeles activos:* 1024 (H) x 768 (V). Aproximadamente 790K píxeles (5.952 mm de diagonal).
- *Tamaño del chip:* 5.80 mm (H) x 4.92 mm (V).
- *Tamaño de cada celda:* 4.65 μm (H) x 4.65 μm (V)
- *Numero de píxeles vacíos:* H: 29; V: 1.
- *Superficie negro óptico:* Dirección Horizontal: desde 3 px hasta 40 px; Dirección Vertical: desde 7 px hasta 2 px.
- *Material:* Silicio.



Superficie Negro Óptico.

4.7.2.1.2. Distancia Focal

La distancia focal o longitud focal de una lente es la distancia entre el centro óptico de la lente o plano nodal posterior y el foco (o punto focal) al enfocar al infinito. La inversa de la distancia focal de una lente es la potencia.

Para una lente convergente (lente positiva), la distancia focal es positiva. Se define como la distancia desde el eje central de la lente hasta donde un haz de luz de rayos paralelos *colimados*¹⁴ que atraviesan la lente se enfoca en un único punto.

Por otro lado, para una lente divergente (lente negativa), la distancia focal es negativa. Se define como la distancia que hay desde el eje central de la lente a un punto imaginario del cual parece emerger el haz de luz colimado que pasa a través de la lente.

En un espejo con curvatura esférica la distancia focal es igual a la mitad del radio de curvatura del espejo. La distancia focal es positiva para un espejo cóncavo y negativa para un espejo convexo [WwkDF].

Angulo de visión [WwkAV]

Es el factor que determina la parte de la escena que es captada en la película o en el sensor. Generalmente hay mucha más escena visible para los humanos de lo que vemos reflejado en las fotografías y según el tipo de lente utilizada varía el tamaño de esa porción.

El ángulo de visión de una cámara es una función del tamaño de la superficie que registra la imagen (película o sensor) y de la longitud focal y la distorsión de la lente. Pueden utilizarse diferentes dimensiones de la superficie que registra la imagen para definir el ángulo de visión:

- Horizontalmente.
- Verticalmente.

¹⁴*Luz colimada*: se denomina a la luz cuyos rayos son paralelos entre sí, lo que se puede lograr de diferentes maneras. La más sencilla es haciéndola incidir en un espejo cóncavo desde una fuente situada en el foco. Se suele decir que la luz colimada está enfocada en el infinito [WwkLC].

- Diagonalmente. Es el más común en fotografía.

Para una lente sin distorsión (no es un ojo de pez) el ángulo de visión α puede ser calculado a partir de una dimensión y de la longitud focal efectiva f :

$$\alpha = 2 \arctan \frac{d}{2f}$$

Tenemos que tener en cuenta que la longitud focal efectiva puede ser igual a la longitud focal definida en la lente (F), excepto en fotografía macro, en donde el factor de magnificación (m) debe ser tenido en cuenta:

$$f = F \cdot (1 + m)$$

Los objetivos zoom son casos especiales en los cuales la longitud focal y el ángulo de visión pueden ser modificados sin tener que quitar la lente de la cámara. Las lentes de mayor longitud focal magnifican al sujeto, comprimiendo la distancia y desenfocando el fondo a causa de su pequeña profundidad de campo. Los angulares magnifican la distancia entre los objetos porque permiten una mayor profundidad de campo.

El uso de angulares a una distancia reducida genera una distorsión de la perspectiva puesto que las líneas paralelas tienden a converger, mientras que con un ojo de pez, por ejemplo, los bordes rectos parecen doblarse.

Puesto que diferentes lentes requieren diferentes distancias con el sujeto para conservar el tamaño de éste, cambiar el ángulo de visión puede distorsionar la perspectiva, modificando el tamaño relativo del sujeto y el del fondo.

El ángulo de visión dado por una lente es llamado a menudo, erróneamente, ángulo de cobertura. Un término que describe las propiedades de la imagen proyectada por la lente sobre el plano focal. En cámaras de 35 mm esto no es un problema puesto que la relación entre la lente y el tamaño de la película es casi siempre el mismo. A continuación se muestra una tabla con los ángulos de visión horizontal, vertical y diagonal, en grados, de una lente rectilínea en formato 35mm:

Longitud focal (mm)	13	15	18	21	24	28	35	50	85	105	135	180	210	300	400	500	600	830	1200
Diagonal (°)	118	111	100	91,7	84,1	75,4	63,4	46,8	28,6	23,3	18,2	13,7	11,8	8,25	6,19	4,96	4,13	2,99	2,07
Vertical (°)	85,4	77,3	67,4	59,5	53,1	46,4	37,8	27	16,1	13	10,2	7,63	6,54	4,58	3,44	2,75	2,29	1,66	1,15
Horizontal (°)	108	100,4	90	81,2	73,7	65,5	54,4	39,6	23,9	19,5	15,2	11,4	9,80	6,87	5,15	4,12	3,44	2,48	1,72

Ángulos de visión horizontal, vertical y diagonal de una lente de 35 mm.

Distancia Focal Bumblebee

La cámara Bumblebee nos permite las siguientes distancias focales:

- 2,5 mm con 97º de HFOV¹⁵
- 3,8 mm con 66º de HFOV
- 6 mm con 43º de HFOV

4.7.2.1.3. Apertura

La apertura es un agujero o perforación a través de la cual pasa la luz. Más concretamente, la apertura de un sistema óptico es aquella que determina el ángulo del cono de un haz de rayos que se enfoca en el plano de imagen.

En fotografía, la magnitud de la apertura está controlada por el diafragma. Estructura interpuesta en la trayectoria de la luz para regular la cantidad de ésta admitida en el sistema. En combinación con la velocidad de obturación, el tamaño de apertura regula el grado de exposición a la luz del filme o sensor, determinando el valor de exposición.

Las aperturas máximas y mínimas de los objetivos fotográficos se expresan a través de los números f, a mayor número f menor apertura y viceversa.

La apertura máxima de un objetivo indica lo luminoso que puede llegar a ser el objetivo, es decir, la mayor cantidad de luz que es capaz de dejar pasar el objetivo hacia el cuerpo de la cámara.

el ángulo de visión α puede ser calculado a partir de una dimensión y de la longitud focal efectiva f

En los objetivos zoom, en donde la longitud focal es variable, la apertura máxima se ve afectada por la distancia focal utilizada en cada momento y es por eso que las indicaciones de aperturas suelen ser las aperturas máximas del objetivo con la mayor distancia focal y la menor distancia focal [WwkApr].

La cámara Bumblebee nos permite las siguientes aperturas:

- f/2.0, en distancias focales de 2,5 y 3,8 mm.
- f/2.5, en distancia focal de 6 mm.

4.7.2.1.4. Balance de Blancos

El Balance de blancos, o equilibrio de color, es un ajuste electrónico que consigue una reproducción de color correcta sin mostrar dominantes de color, que son especialmente notables en los tonos neutros (el blanco y los distintos tonos de gris), con independencia del tipo de luz que ilumina la escena. Podemos realizarlo de manera continua, automática o manual.

Los colores capturados dependen de la iluminación. La luz que atraviesa el objetivo y excita el sensor CCD o la película no es siempre la misma. Puede ser luz natural o artificial, y dentro de éstas, las hay de diferentes tipos dependiendo de una serie de características

¹⁵HFOV: Half Field of View, es la mitad del ángulo de visión. La mitad del ángulo de visión α puede ser calculado a partir de una dimensión y de la longitud focal efectiva f , como $\alpha/2$, es decir: $\alpha_{HFOV} = \arctan(d/2f)$ [WwkAV].

diferenciadoras. Una es precisamente la temperatura de color, que expresa la dominante de color de una fuente de luz determinada, que varía según la distribución espectral de la imagen.

En condiciones de luz natural, la energía lumínica está distribuida de forma aproximadamente igual en las tres componentes de color RGB, sin embargo, con iluminación artificial es muy probable que una de las componentes de color sea más importante que las otras. En la iluminación con '*lámpara de tungsteno*', por ejemplo, predomina la componente roja.

Una cámara no tiene la posibilidad de procesar la luz como lo hace el cerebro humano, ya que está calibrada de manera que el sensor CCD identifica como luz blanca una luz con una determinada temperatura de color: la luz solar. Los efectos de la iluminación en la imagen se pueden compensar actuando en la cámara sobre la ganancia de cada uno de los componentes de color [WwkBB].

Los modos del balance de blancos [WdzBB]

Algunas cámaras digitales disponen de configuración del balance de blancos con **valores por defecto** que podemos ir seleccionando. En la mayoría de las cámaras estas configuraciones de balance de blancos son las siguientes:

- *Interiores o tungsteno*: El balance de blancos se ajusta asumiendo que se encuentra en un espacio iluminado por luz incandescente (bombillas) o halógenas.
- *Soleado*: Se ajusta asumiendo que se encuentra en el exterior. El tiempo es soleado o nublado de gran luminosidad.
- *Nublado*: Se ajusta asumiendo que se encuentra en el exterior en condiciones de sombra o de cielo muy cubierto.
- *Fluorescente*: Se ajusta asumiendo que se encuentra en un espacio iluminado por luz fluorescente.

Balance de Blancos Manual [WwkBB]

El ajuste manual en las cámaras digitales actuales se ha simplificado notablemente y es suficiente con enfocar la cámara hacia una hoja de papel u superficie blanca y accionar la calibración de blancos.

De este modo, la ganancia de de las tres componentes de color se ajusta automáticamente para que el nivel de señal sea el mismo bajo estas condiciones de iluminación. De esta manera, los colores obtenidos en nuestra imagen se acercaran lo máximo posible a los colores reales de la escena fotografiada.

La cámara Bumblebee permite Balance de Blancos Automático y Manual.

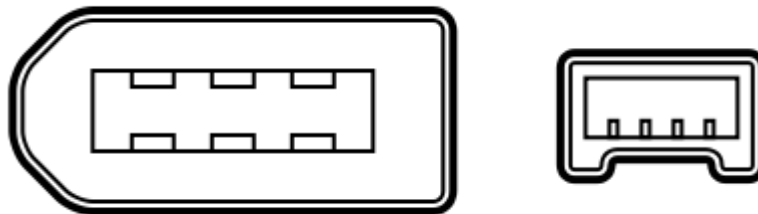
4.7.2.1.5. Interfaz de Usuario [WwkiU]

Es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o un ordenador, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo. Las interfaces básicas son aquellas que incluyen elementos como menús, ventanas, teclado, ratón, etc. En general, todos aquellos canales por los cuales se permite la comunicación entre el ser humano y el ordenador. Existen 3 interfaces de usuario diferentes:

1. *Interfaz Hardware*: a nivel de los dispositivos utilizados para procesar y entregar los datos: teclado, ratón, pantalla, etc.
2. *Interfaz de software*: destinada a entregar información acerca de los procesos y herramientas de control, a través de lo que el usuario observa habitualmente en la pantalla.
3. *Interfaz de software-hardware*: establece un puente entre la máquina y las personas, que permite a la máquina entender la instrucción y al hombre entender el código binario traducido a información legible.

IEEE 1394 [WwkFW]

IEEE 1394 (conocido como FireWire) es un estándar multiplataforma para la entrada y salida de datos en serie a gran velocidad. Se utiliza para la interconexión de dispositivos digitales como cámaras digitales y videocámaras al ordenador.



Conectores IEEE 1394 de 6 y 4 pines.

Existen cuatro versiones:

- *FireWire 400 (IEEE 1394a)*: Lanzado en 1995 tiene un ancho de banda de 400 Mbit/s, 30 veces mayor que el USB v1.1 destinados a la alimentación del dispositivo, ofreciendo un consumo de unos 7 u 8 W por puerto a 25 V.
- *FireWire 800 (IEEE 1394b)*: del año 2000. Duplica aproximadamente la velocidad del anterior, hasta 786.5 Mbps con tecnología *Full-Duplex*, cubriendo distancias de hasta 100 metros por cable.
- *FireWire s1600 y s3200 (IEEE 1394b-2008)*: Lanzado en el año 2008, permite un ancho de banda de 1'6 y 3'2 Gbit/s, cuadruplicando la velocidad del *FireWire 800*, a la vez que utilizan el mismo conector de 9 pines.



Conector IEEE 1394 de 9 pines.

- *FireWire s800 (IEEE 1394c)*: aporta mejoras técnicas que permite el uso de FireWire con puertos *RJ45*¹⁶ sobre cable *CAT-5*¹⁷, combinando así las ventajas de Ethernet con FireWire 800.



Conector de 6 pines IEEE 1394a.

GPIO [WwkGPIO]

General Purpose Input/Output, es un pin genérico de un chip cuyo comportamiento (bien si se trata de entrada como de salida) se puede controlar mediante software.

Los pines GPIO no tienen ningún propósito especial definido, y no se utilizan de forma predeterminada. Su principal uso se basa en resultar de ayuda o de apoyo. Es decir, como líneas adicionales de control digital. Por ejemplo, los chips ALC260 tienen 8 pines GPIO, que se utilizarían de forma predeterminada.

La cámara Bumblebee dispone de un puesto de 6 pines IEEE-1394 para el control de la cámara y la transmisión de video y además, dispone de 4 pines GPIO.



Pin genérico de propósito general entrada/salida y su conector de 12 pines.

4.7.2.1.6. Especificaciones de la cámara

A continuación describiremos los protocolos utilizados por la interfaz de usuario de la *Bumblebee 2*, el estándar *FireWire IIDC* y el protocolo *DCAM* de intercambio de datos.

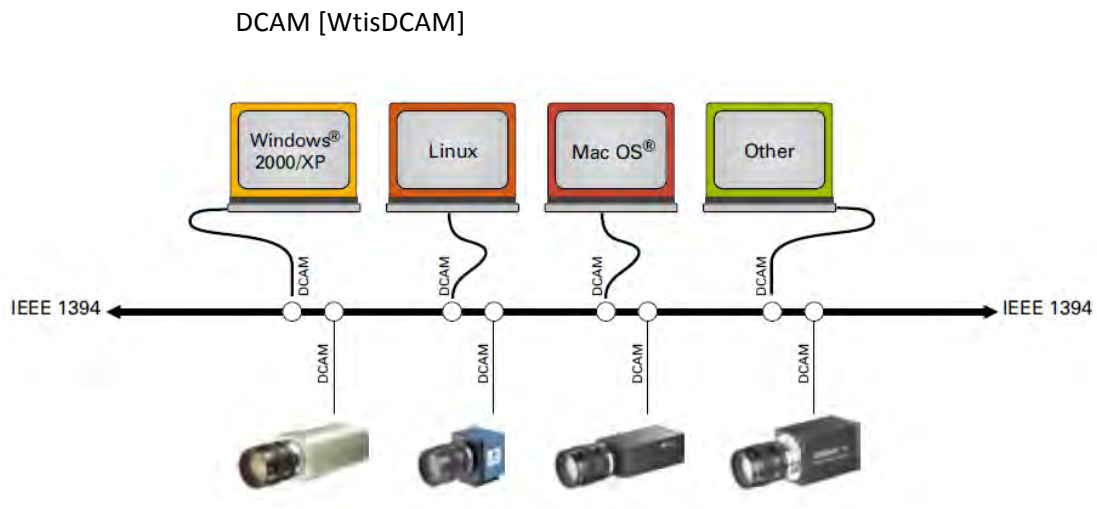
IIDC [Wwk1394]

Instrumentation & Industrial Digital Camera, es el estándar FireWire de formato de datos para video. El sistema fue diseñado para sistemas de visión artificial, pero también es utilizado por otras aplicaciones de visión por ordenador y para algunas webcams.

¹⁶*RJ-45*: es una interfaz física comúnmente utilizada para conectar redes de cableado estructurado (categorías 4, 5, 5e, 6 y 6a). Posee ocho pines [WwkRJ].

¹⁷*CAT 5*: La categoría 5 es uno de los grados de cableado UTP descritos en el estándar EIA/TIA 568B utilizado para ejecutar CDDI y puede transmitir datos a velocidades de hasta 10000 Mbps a frecuencias de hasta 100 Mhz[WwkCat5].

A pesar de que se confunden fácilmente, puesto que ambos se ejecutan a través del conector FireWire, IIDC es diferente e incompatible con el AV/C (*Audio Video Control*, Control de Audio y Video) que se utiliza para controlar las videocámaras y otros dispositivos de vídeo de consumo.



Ejemplo de intercambio de datos con cámaras IEEE 1394.

DCAM es un protocolo que describe el intercambio de datos con cámaras IEEE 1394. Fue iniciado por el grupo de trabajo de IIDC de la Asociación de Comercio 1394 y se está perfeccionando constantemente.

DCAM define la transmisión de secuencias de vídeo sin comprimir a través del canal asíncrono del bus IEEE 1394. La transmisión de audio no es proporcionada. En la siguiente tabla se definen los formatos de vídeo definidos en la especificación DCAM:

Requisitos de ancho de banda para diferentes modos de vídeo:

Video Format	Bit/ Pixel	60 fps	30 fps	15 fps	7.5 fps	3.75 fps	1.875 fps
640 x 480 Y800	8	64%	32%	16%	8%	4%	
640 x 480 Y411	12		48%	24%	12%	6%	
640 x 480 UYVY	16		64%	32%	16%	8%	
1024 x 768 Y800	8		77%	39%	20%	10%	5%
1024 x 768 UYVY	16			77%	39%	20%	10%
1280 x 960 Y800	8			64%	32%	16%	8%
1280 x 960 UYVY	16				64%	32%	16%

La DCAM no sólo define la secuencia de vídeo que proporciona la cámara, también la parametrización de la cámara (para el brillo por ejemplo, el obturador, el balance de blancos, etc.).

4.7.2.1.7. *Procesamiento de Imagen*

A la hora de procesar la imagen tenemos que tener en cuenta dos elementos importantes que nos permite la *Bumblebee2*. Por una parte, nos permite procesar la imagen obtenida en los siguientes formatos de imagen y además, nos permite modificar varios controles de la cámara antes de procesar esta imagen.

Formatos

La *Bumblebee2* nos permite procesar la imagen en los formatos RGB y YUV, descritos a continuación:

YUV

YUV es un espacio de color que codifica una imagen o vídeo en color teniendo en cuenta la percepción humana y permite utilizar un ancho de banda reducido para los componentes de crominancia haciendo que los errores de transmisión o las imperfecciones de compresión se oculten más eficientemente a la percepción humana que utilizando una representación RGB directa.

La principal razón para implementar las propiedades de YUV es para interactuar con la televisión analógica o digital o equipamiento fotográfico que se ajuste a los estándares YUV.

El modelo YUV define un espacio de color en términos de una componente de luminancia y dos componentes de crominancia. Es un modelo utilizado en los sistemas PAL y NTSC de difusión de televisión [WwkYUV].

Se basa en un modo de transmisión de video con componentes separados que utiliza tres cables diferentes para llevar información con respecto a los componentes de luminancia y los dos componentes de crominancia.

El parámetro Y representa la luminancia, mientras que U y V representan la crominancia. Este modelo se desarrolló para permitir la transmisión de información a color en televisores a color y a la vez garantizar que los televisores blanco y negro existentes continuaran mostrando una imagen en tonos de gris [WkYUV].

Es uno de los modelos más próximo al modelo humano de percepción que el estándar RGB utilizado en el hardware de gráficos por ordenador, pero aun y todo, no tan cercano como el espacio de color HSL y el espacio de color HSV [WwkYUV].

Las siguientes ecuaciones se utilizan para calcular Y, U y V a partir de R, G y B [WwkYUV]:

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$$

$$\begin{aligned} U &= 0,492(B - Y) \\ &= -0,147R - 0,289G + 0,436B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= 0,877(R - Y) \\ &= 0,615R - 0,515G - 0,100B \end{aligned}$$

La técnica de reducción de color preservando la luminosidad es conocida como *Subsampling* y viene dada por una serie de parámetros que pueden tomar los siguientes valores [WatcC]:

- 4:4:4. Mantiene tanto los datos relativos al color como aquellos relativos a la luminosidad.
- 4:2:2. Reduce la información relativa al color en un 50% (YUV 422).
- 4:1:1. Reduce la información relativa al color en un 75% (YUV 411).
- 4:2:0. Elimina uno de los valores de color y reduce el otro valor al 75%. Por ejemplo, JPG y MPEG emplean 4:1:1 y 4:2:0.

RGB [WatcC]

El término RGB se debe a las iniciales inglesas de los tres colores básicos: *Red – Green – Blue* (Rojo, Verde y Azul). Estos 3 colores dan base a este formato, obteniéndose el resto como combinación de ellos.

Este formato tiene unos altos requerimientos tanto de memoria como de ancho de banda. Comúnmente se especifica RGB seguido de un número que indica la profundidad de color en bits, por ejemplo RGB 32, profundidad de color de 32 bits.

La sensación de luminosidad viene dada por el brillo de un objeto y por su opacidad, pudiendo producir dos objetos con tonalidades y prismas diferentes la misma sensación lumínica. Las televisiones en color obtienen la información de las tres componentes RGB a partir de una matriz que relaciona cada componente con una de las señales diferencia de color. Cada uno de los sistemas de televisión transmite de diferente manera.

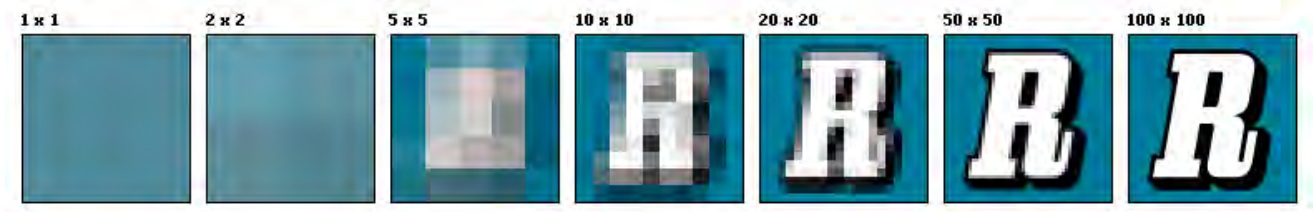
Controles de Camara

Resolución

La resolución de una imagen indica cuánto detalle puede observarse en esta. El término es utilizado en relación a imágenes en la fotografía digital, pero también se utiliza para describir cuan nítida (como antónimo de granulada) es una imagen de fotografía convencional. Tener mayor resolución se traduce en obtener una imagen con más detalle o calidad visual.

Para las imágenes digitales almacenadas como mapa de bits, se describe la resolución de la imagen con dos número enteros, donde el primero es la cantidad de columnas de píxeles y el segundo es la cantidad de filas de píxeles. Se describe el número total de píxeles en la imagen calculado mediante la multiplicación de la cantidad de columnas de píxeles en una

imagen por la cantidad de filas. Por ejemplo, a continuación se puede ver la misma imagen con diferentes resoluciones [WwkRI]:



Resolución de pantalla[WwkRP]:

La resolución de pantalla es el número de píxeles que pueden ser mostrados en la pantalla. Viene determinado por el producto del ancho por el alto, medidos ambos en píxeles, obteniendo una relación denominada relación de aspecto. Podemos diferenciar dos tamaños de pantalla diferentes:

- *Tamaño absoluto*: son las dimensiones de anchura y altura de la ventana del monitor, medido en pulgadas y que depende del monitor.
- *Resolución o tamaño relativo*: viene determinado por el número de píxeles que se muestran en la ventana del monitor, siendo el pixel la unidad mínima de información que podemos presentar en pantalla y que depende de la tarjeta gráfica.

Matiz [WwkMa]

Es una de las propiedades o cualidades fundamentales en la propiedad de un color, definido técnicamente como el grado en el cual un estímulo puede ser descrito como similar o diferente de los estímulos como rojo, amarillo y azul. Se refiere a la propiedad en los aspectos cualitativamente diferentes de la experiencia de color que tienen relación con diferencias de longitudes de onda o con mezclas de diferentes longitudes de onda.

Existe una alta correlación entre la longitud de onda y el matiz, tal y como podemos ver en el arco iris. Estos colores forman parte del grupo de colores espectrales, los relacionados con una longitud de onda determinada. Mientras que los colores no espectrales serían los no relacionados con una longitud de onda determinada. Solo podemos obtenerlos mediante la mezcla de dos o más luces monocromáticas.

Los colores cromáticos son los colores tanto espectrales como no espectrales, pero tienen importancia para entender el matiz, mientras que en los colores acromáticos, su visualización o percepción se entiende mejor en relación a la dimensión de tonalidad que a la de matiz. Los colores con el mismo matiz son diferenciados con adjetivos que se refieren a su luminosidad y/o saturación.

Saturación [WwkSat]

La saturación es la intensidad de un matiz específico. Se basa en la pureza del color, por ejemplo, un color muy saturado tiene un color vivo e intenso, mientras que un color menos saturado parece más descolorido y gris. Sin saturación, un color se convierte en un tono de gris.

La saturación de un color está determinada por una combinación de su intensidad luminosa y la distribución de sus diferentes longitudes de onda en el espectro de colores. El

color más puro se consigue usando una sola longitud de onda a una intensidad muy alta, como con un láser. Si la intensidad luminosa disminuye, la saturación también. Para desaturar un color en un sistema sustractivo podemos agregarle blanco, negro, gris o su color complementario. Es una de las coordenadas en los sistemas colorimétricos HSL y HSV.

En RGB la saturación se describe como la desviación estándar σ entre las coordenadas R, G y B. Si elegimos μ para representar la luminosidad entonces:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(R - \mu)^2 + (G - \mu)^2 + (B - \mu)^2}{3}}$$

Por ejemplo, podemos decir que un color tiene una saturación máxima si tiene una luminosidad de 100% en el canal rojo y un 0% en los demás canales. Este color no estaría saturado en absoluto si todos los canales fueran iguales. Así, podemos decir que la saturación es la diferencia entre los valores de los canales.

En términos colorimétricos existe un problema. El espacio colorimétrico RGB no es absoluto, el valor de saturación es arbitrario y depende de la elección de los colores primarios y del punto blanco.

Gamma [WwkGC]

Gamma o también conocido como 'Corrección Gamma', es una operación no lineal utilizada para codificar y decodificar luminancia o los valores triestímulo en video o en sistemas de imagen. La corrección Gamma es, en los casos más simples, definida por la siguiente expresión:

$$V_{out} = AV_{in}^{\gamma}$$

En donde A es una constante y los valores de entrada y de salida son valores reales no negativos. En el caso común de $A=1$, las entradas y salidas se encuentran en valores entre 0-1. Un valor Gamma $\gamma < 1$ es denominado Gamma de codificación y el proceso de decodificación con esta compresión es denominada Compresión Gamma. Por el contrario, un valor de gamma $\gamma > 1$ se denomina Gamma de decodificación y la aplicación de esta se llama Expansión Gamma.

4.7.2.1.8. Memoria interna [WptDFM]

Si bien la Bumblebee 2 no es capaz de almacenar flujo de video en una memoria interna, hay que almacenar el flujo en el ordenador, dispone de una memoria flash no volátil para almacenar una serie de datos. Tales como los archivos de calibración, las claves de la licencia del producto e incluso algunas imágenes. La cantidad de imágenes variara dependiendo de la calidad de estas, como veremos a continuación.

En la memoria flash interna de la Bumblebee2, de 512 KB de capacidad, podemos almacenar 33 imágenes de 640x480 de resolución y 0.3 MP, 13 de 1024x768 de 0.8 MP y 8 de 1280x960 de 1.3 MP.

Para escribir en la memoria flash tenemos que acceder a los registros de la cámara "DATA_FLASH_CTRL" y a "DATA_FLASH_DATA".

4.7.2.1.9. Señal de Video

A la hora de procesar la señal de video tenemos que tener en cuenta los formatos utilizados por la *Bumblebee2* para ello, a si como la posible compresión aplicable a la señal. A continuación describimos los formatos utilizados con la *Bumblebee2* para procesar nuestra señal de video en color, teniendo en cuenta que queremos almacenar la información de ambas cámaras y, además, describimos el códec de compresión que podemos aplicarle a nuestra señal.

Formato

Para procesar nuestra señal de video de ambas cámaras debemos configurar la cámara de tal manera que procese la señal teniendo en cuenta estos dos formatos:

Format_7 [WaiF7]

En contraste con otros formatos de imagen que están diseñados principalmente para las configuraciones '*estandar*' de imagen, el formato 7 fue diseñado para proporcionar un control más preciso sobre todo el proceso de la imagen completa. Tamaño de imagen, configuración de color, ancho de banda, etc.

El formato 7 proporciona un mecanismo para controlar tanto la resolución como el método de extracción de píxeles del sensor de imagen. Define 8 modos diferentes, que proporcionan control sobre el número de píxeles que son sincronizados fuera del sensor. Además, proporciona control sobre el formato de los datos de los píxeles *víastreaming*.

En cuanto al control del ancho de banda, el formato 7 proporciona a los usuarios un mecanismo para el ajuste del ancho de banda al iniciar la cámara. Utilizando el formato 7 para reducir el ancho de banda nos permite utilizar dos cámaras en el mismo bus de datos, con mismas configuraciones a 14 fps, consumiendo 35 MB/s.

RAW

El formato de imágenes RAW (en el caso de las imágenes, *Formato de Imagen sin modificaciones*) es un formato de archivo digital de imágenes que contiene la totalidad de los datos de la imagen tal y como ha sido captada por el sensor digital de la cámara fotográfica.

El formato RAW lleva aplicada compresión de datos sin pérdida de información. Aun y todo, y debido a que contiene la totalidad de los datos de la imagen captada por la cámara y una mayor profundidad de color (de 36 a 48 bits/píxel por lo general), sus ficheros tienen un tamaño de archivo muy elevado.

Las cámaras profesionales y semiprofesionales ofrecen la opción de grabar imágenes en este formato. También algunas cámaras compactas de gama alta ofrecen esta posibilidad [*WwkRAW*].

Los formatos de archivo RAW están diseñados para capturar la mayor cantidad de las características radiométricas de la escena, es decir, la mayor cantidad de información física acerca de la intensidad de la luz y del color de la escena.

La mayoría de los archivos de imagen RAW almacenan la información del sensor de acuerdo a la geometría de los foto receptores individuales de cada sensor en vez de puntos en

la esperada imagen final. Los sensores con elementos dispuestos de manera hexagonal por ejemplo, recogen la información por cada una de las celadas dispuestas hexagonalmente, mediante un software de decodificación que transformara, eventualmente, en una geométrica rectangular durante el revelado digital.

Los archivos RAW contienen, por necesidad, la información necesaria para producir una imagen visible desde la información del sensor de la cámara. La estructura de los archivos RAW, incluyendo los formatos de imagen del estándar ISO como ISO 12234-2, TIFF/EP, siguen el siguiente patrón [WwkRAW2]:

- Un pequeño archivo de cabecera que contiene un indicador sobre el orden de los bits del archivo. Un archivo identificador y un desplazamiento en los datos del archivo principal.
- Un sensor de metadatos de la cámara, necesario para interpretar los datos del sensor de imagen, incluyendo el tamaño del sensor, los atributos de la matriz del filtro de color y el perfil de color.
- Imagen de metadatos, necesaria para la introducción en cualquier sistema de gestión de contenido. Se incluyen los ajustes de la exposición, los modelos de la cámara, el escáner y la lente, fecha, información sobre el autor, etc.
- Una imagen en miniatura.
- Opcionalmente una imagen reducida en formato JPEG, utilizada para una posible pre-visualización.

Tal y como hemos comentado anteriormente, el formato RAW lleva aplicada compresión de datos sin pérdida de información. Aun y todo, debido a una mayor profundidad de color, sus ficheros tienen tamaños de archivo muy elevados.

En este caso, la *Bumblebee2* nos permite almacenar flujo de video en formato RAW a 16 bits. No resulta la mayor calidad RAW existente (por lo general los valores están entre 36 y 48 bits/píxel), aun y todo, tenemos la posibilidad de almacenar 2^{16} valores diferentes por píxel. Es decir, 65.536 profundidades de color diferentes.

Cinepak [WwkCP]

Cinepak es un códec de vídeo desarrollado por Peter Barret en el año 1991. Fue utilizado en la primera y segunda generación de compresiones de vídeo destinadas a CD-ROM para consolas como Sega, Atari Jaguar o Sega Saturn entre otras. Es el códec que podemos utilizar con la *Bumblebee2* si queremos comprimir nuestra señal de video

Cinepak divide el vídeo en 'keyframes' e 'Intra-codeimages'. Cada imagen se divide en un número de bandas horizontales que poseen individualmente una paleta de 256 colores que se transfieren a las diferentes 'keyframes' según la necesidad de cada fotograma.

Cada banda es subdividida en bloques de píxeles de 4x4. El compresor utiliza el vector de cuantificación para determinar cual de las bandas de colores es la mejor elección para cada bloque. Tras este proceso codifica grupos de bloques ya sea en grupos de un byte de color o dos bytes de color más un vector de 16 bits que determina a qué píxel se aplica el color.

La velocidad de transmisión de datos puede ser controlada dentro de un estrecho rango ajustando la velocidad de fotogramas clave y de los 'intra-codedframes' que permite, a su vez, ajustar el error en cada bloque y el bloque de ejecución. Los archivos de *Cinepak* tienden a ser el 70% más grandes que los comprimidos con MPEG-4 y Ogg a la misma calidad.

Versiones

- 16 bits Cinepak para x86:

Es la versión de 16 bits de Cinepak para Windows. La versión también es conocida como '1.10.0.11 (41 Kb)'. Este códec trabaja para Windows por debajo de 3x y ofrece numerosas mejoras de rendimiento por encima de otros códecs previos a él que funcionaban con Vfw¹⁸.

- 32 bits Cinepak para x86:

Es la versión de 32 bits de Cinepak para Windows. Es también conocida como '1.10.0.11 (40 Kb)'. Es un códec que trabaja para Windows 95/98 y Windows NT 3.51/4.0/5.0/2000. En caso de estar trabajando con una tarjeta de vídeo con aceleración en todos los clips hay que descargar un driver especializado.

4.7.2.2. Funcionalidades Point Grey [WpgBB2]

4.7.2.2.1. TriclopsStereo SDK

Proporciona acceso flexible a todas las etapas de la imagen en los canales de procesamiento estéreo, permitiéndonos gran accesibilidad al procesamiento estéreo personalizado. Podemos realizar un seguimiento de las características de las imágenes distorsionadas, realizar rectificaciones en lugares con características únicas, en lugares en donde realizar validación *epipolar*¹⁹ de las características y determinar después su localización en 3D.

Además, es posible corregir las imágenes y aplicarles un algoritmo estéreo suministrado, o realizar correlación estéreo solo en las regiones de interés de la imagen, para acelerar el procesamiento estéreo.

Características:

- Medición de la distancia de cada píxel.
- Más de 1.000.000 de mediciones por segundo.
- Elimina la distorsión de la lente y los desajustes.
- Podemos disponer de programas de ejemplo, así como del código fuente.

4.7.2.2.2. FlyCapture SDK

El software FlyCapture proporciona una interfaz de software común para poder controlar todos los FireWire y cámaras USB 2.0 de Point Grey utilizando la misma API (*Application Programming Interface*, Interfaz de programación de aplicaciones). Soporta las interfaces ActiveX, TWAIN y DirectShow e incluye el driver de la interfaz FirePRO de bajo nivel IEEE 1394b, que nos permite grabar imágenes a velocidades de transferencia de 800 MB/s.

¹⁸Vfw: *Video for Windows*, video para Windows ó también conocido como el Administrador de compresión de video (VCM), fue un framework multimedia desarrollado por Microsoft Windows para jugar a video digital [WwkVfw].

¹⁹*Geometría epipolar*: Es la geometría de la visión estéreo. Cuando dos cámaras ven una escena 3D a partir de dos posiciones diferentes existe una serie de relaciones geométricas entre ambos puntos 3D y sus proyecciones sobre las imágenes 2D que conducen a restricciones entre los puntos de la imagen [WwkEpi].

Disponemos también de una biblioteca con programas de demostración, así como de código fuente que nos permite crear fácilmente aplicaciones personalizadas de procesamiento de imagen.

Características:

- Control de velocidad de fps.
- Ajustes de control como obturación y ganancia.
- Podemos obtener información sobre la cámara y el software.
- Imagen HDR y otras características avanzadas.
- Control sobre la región de interés del pixel en concreto.
- *GPIO* de control de disparo y la *luz estroboscópica*²⁰.

4.7.2.2.3. *Censys3D SDK*

Censys3D SDK está diseñado para proporcionar a los usuarios información precisa, online, de seguimiento en entornos difíciles. Requiere de una cámara de visión estéreo que permite a los usuarios integrar fácilmente la funcionalidad de seguimiento en sus propias aplicaciones personalizadas.

Características:

- Cobertura de un área mayor a 6m x 4m.
- Realiza tracking de personas incluso en condiciones masificadas.
- No se ve afectado por los cambios de iluminación producidos por los interiores y/o los exteriores.

Aplicaciones incluidas:

- Rastreamiento del movimiento de compradores en entornos comerciales.
- Asegurar un área restringida por el control del tráfico.
- Protección contra el personal que entra en áreas peligrosas.

4.7.2.3. Desarrollo Bumblebee 2 [WpgBB2]

4.7.2.3.1. *VisiónEstereoscópica*

La visión estereoscópica funciona de manera similar a la visión 3D en la visión humana. Se inicia identificando los píxeles de la imagen que corresponden al mismo punto en una escena física observada por múltiples cámaras. La posición 3D de un punto puede establecerse mediante la triangulación utilizando un rayo por cada cámara. Cuantos más píxeles correspondientes sean identificados, mayor cantidad de puntos 3D se podrán determinar con un único conjunto de imágenes. Los métodos de correlación estereoscópicos intentan obtener correspondencias para cada pixel de la imagen estereoscópica, lo que resulta en miles de valores 3D generados por cada imagen estereoscópica.

²⁰*Luz Estroboscópica*: Es una fuente luminosa que emite una serie de destellos muy breves en rápida sucesión y se usa, por ejemplo, para producir exposiciones múltiples de las fases de un movimiento [WfnLE].

4.7.2.3.2. Tecnología PointGrey

- Medida de profundidad de campo para el conjunto de una imagen.
- Transformación en tiempo real de imágenes en datos 3D. Las cámaras generan fácilmente un millón de puntos 3D por segundo.
- Posibilidad de integración con otras técnicas de visión artificial.
- Detección pasiva 3D, no es necesario el uso de proyectores.
- Pre calibración para la distorsión de la lente y desajustes de la cámara. No es necesario realizar ajustes manuales ni calibración de la profundidad de campo.
- Elevada calidad de los sensores CCD y IIDC 1,31 compatible con la interfaz de alta velocidad IEEE 1394.
- Software que permite el acceso a todos los niveles de la canalización de procesamientos estereoscópicos.

4.7.2.3.3. Procesamiento imagen

- *Imagen RAW* → **Proceso 1: Rectificación:**

Después de que las imágenes se han transmitido al PC mediante el bus IEEE-1394 son corregidas y alineadas para eliminar la distorsión de la lente.

- *Imagen Rectificada* → **Proceso 2: Laplacian-Gaussian**

Se aplica el filtro *Laplacian-Gaussian* para crear imágenes de bordes (*Edge Images*) que no se encuentran sesgadas por el brillo de la imagen.

- *Imagen de Bordes:* → **Proceso 3: Correlación Estereoscópica**

Para cada pixel en la imagen de la derecha se obtiene un pixel correspondiente en la imagen izquierda mediante correlación, utilizando la suma de los criterios de las diferencias absolutas.

- **Imagen final:** *Imagen de profundidad.*



4.8. Software Estereoscópico

4.8.1. Sony Vegas Pro 11

Sony Vegas Pro es un sistema de edición de medios multipista, diseñado para crear un entorno de producción de audio y video. Proporciona un entorno de creación de contenidos integrado para la producción de vídeo y su difusión [WscsSV].

Dispone un rendimiento acelerado por GPU con dispositivos compatibles con *OpenCL*, permitiendo mejorar la renderización de los proyectos. Se mejora el flujo de trabajo mediante herramientas 3D estereoscópicas, compatibilidad con amplia variedad de formatos, control de audio y procesamiento y renderización de efectos acelerados por GPU.

Entre las herramientas de edición importantes que incluye podemos destacar la edición multicámara, el procesamiento de vídeo de punto flotante de 32 bits, la estabilización de vídeo, los diseños personalizable, la compatibilidad con HDV/AVCHD/RED/SDI/XDCAM/HD CAM SR y detección y reparación de sincronización A/V.

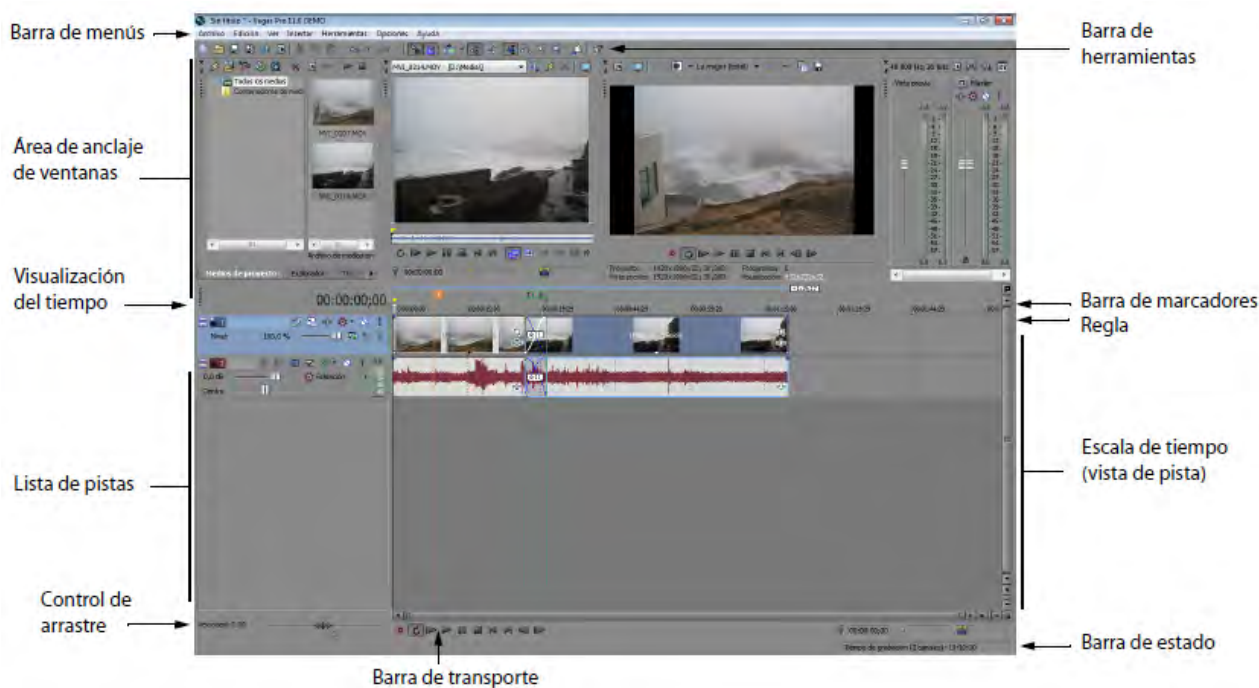
Permite la edición de contenido 3D estereoscópico en los formatos de presentación profesionales actuales, entre los que se incluyen los archivos únicos o duales con codificación paralela, superior/inferior o de línea alterna, que comentaremos a continuación [WgpSV].

4.8.1.1. Área de Trabajo [WscsSV]

A continuación realizaremos una pequeña descripción de la ventana principal de trabajo de Sony Vegas. La ventana principal es aquella que se nos muestra nada más abrir el programa y es el área de trabajo principal.

Esta área de trabajo se compone de 3 áreas principales: la lista de pistas, la escala de tiempo y el área de anclaje de ventanas. Podemos ajustar el tamaño de la lista de pistas, la escala de tiempo y el área de anclaje de ventanas mediante las líneas divisorias de dichas partes.

En la siguiente imagen podemos ver indicadas cada una de las partes importantes de la ventana principal de trabajo, de las cuales describiremos sus partes más importantes.



Ventana principal del área de trabajo.

Barra de herramientas:

La barra de herramientas permite acceder a las funciones características que utilizamos con más frecuencia, como por ejemplo: ‘Crear un proyecto nuevo’, ‘Abrir un proyecto nuevo’, ‘Guardar un proyecto’, ‘Deshacer’, ‘Rehacer’, ‘Habilitar ajuste’, etc.

Visualización de tiempo:

La ventana de visualización del tiempo refleja la posición del cursor en la escala de tiempo, la entrada y la salida del código de tiempo MIDI, o el tiempo de salida del reloj MIDI. Podemos personalizar las opciones de visualización del tiempo, pudiendo mostrar que tiempo mostramos en la ventana y qué colores empleamos para ello.

Podemos mover la ventana de visualización del tiempo desde la posición anclada, por encima de las listas de pistas y/o situarla encima del área de trabajo como ventana flotante, o incluso, anclarla en el área de anclaje de ventanas.

Regla:

Constituye la escala de tiempo del proyecto, pudiéndose especificar cómo mide el tiempo, si bien en segundos, medidas y golpes, fotogramas, etc.

Barra de marcadores:

Se trata del área donde podemos situar, nombrar y colocar marcadores y regiones a lo largo de la escala de tiempo del proyecto. Estas etiquetas informativas pueden servirnos de cues o recordatorios, a fin de resaltar eventos importantes del proyecto.

Barra de comandos:

Es la barra que se muestra cuando se añade un comando al proyecto. Los comandos añaden metadatos a los archivos de medios para crear efectos como la subtítulos.

Barra de diseño de CD:

Muestra las pistas e índices en un proyecto de diseño de CD de audio para la grabación de CD por disco (DAO).

Lista de pistas:

Es el área que identifica el orden de las pistas del proyecto y contiene los controles utilizados para determinar la composición y la mezcla de las pistas.

Escala de Tiempo:

Es el lugar en donde realizamos todas las operaciones de organización y edición de contenidos en la escala de tiempos. Este área contiene los eventos del proyecto.

Controles de la barra de transporte:

Incluye los botones de reproducción y posición del cursor que se utilizamos con frecuencia al trabajar en el proyecto y al mostrarlo en la vista previa. Por ejemplo: 'Graba en la pista', 'Reproduce en bucle', 'Detiene la reproducción', etc.

Barra de estado:

Se encuentra en la parte inferior de la ventana principal del programa y muestra información acerca de cuánto espacio libre queda en el equipo para poder grabar audio, tiempo de grabación. Durante los procesos de renderización, el lado izquierdo de la barra de estado también contiene información sobre el progreso de la renderización.

Control de arrastre:

Es utilizado para reproducir el proyecto adelante o atrás con fines de edición. Podemos ajustar la velocidad de reproducción mediante el marcador de control de velocidad situado bajo el control de arrastre.

4.8.1.2. Proyecto 3D Estereoscópico [WscsSV]

Sony Vegas nos permite editar proyectos 3D estereoscópicos sin herramientas o dispositivos adicionales. Requiere un flujo de trabajo reducido, que describiremos a continuación:

1. Tenemos que empezar un nuevo proyecto y configurar las propiedades del proyecto para elegir el modo 3D estereoscópico.
2. Debemos configurar la ventana Vista previa de vídeo y el monitor externo.
3. Añadiremos los medios a la escala de tiempo.
4. Sincronizaremos y emparejaremos los eventos en la escala de tiempo (al trabajar con corrientes de vídeo izquierda y derecha separadas) o configuraremos las propiedades del medio 3D estereoscópico, de ser necesario.

5. Alinearemos las vistas de ojo izquierdo y derecho y ajustaremos la profundidad del vídeo.
6. Por último, renderizaremos el proyecto.

A la hora de configurar nuestro proyecto de 3D estereoscópico tenemos que tener en cuenta los diferentes modos 3D estereoscópicos que nos ofrece Sony Vegas, tal y como hemos comentado en el punto 1 de los 6 anteriores, tendremos que elegir uno entre los siguientes disponibles:

- *En Paralelo*: Seleccionaremos esta opción cuando nuestro proyecto vaya a contener vistas de ojo izquierdo y derecho en un único fotograma. Las vistas de ojo izquierdo y derecho se muestran como la mitad de la resolución horizontal disponible. Por ejemplo:



- *En Paralelo (Completo)*: Seleccionaremos este ajuste cuando nuestro proyecto vaya a contener vistas de ojo izquierdo y derecho en un único fotograma. Las vistas se muestran utilizando toda la resolución horizontal. Por ejemplo:



- *Arriba/Abajo*: lo seleccionamos cuando nuestro proyecto vaya a contener vistas de ojo izquierdo y derecho apiladas en un único fotograma. Estas vistas se muestran como la mitad de la resolución vertical disponible. Por ejemplo:



- *Arriba/Abajo (Completo)*: Seleccionamos este ajuste cuando nuestro proyecto va a contener vistas de ojo izquierdo y derecho apiladas en un único fotograma. Las vistas se utilizan mostrando toda la resolución vertical. Por ejemplo:



- *Anaglífico (rojo/cian; ámbar/azul; verde/magenta)*: seleccionamos este ajuste anaglífico cuando nuestro proyecto vaya a contener vistas de ojo izquierdo y derecho en un único fotograma. Por ejemplo:



- *Alternancia de línea*: Seleccionaremos este ajuste si nuestro proyecto se va a mostrar en un monitor 3D de línea alterna. Las vistas de ojo izquierdo y derecho se entrelazan utilizando la mitad de la resolución vertical disponible. Por ejemplo:



- *Checkerboard*: Lo seleccionaremos si nuestro proyecto se va a mostrar en un monitor 3D basado en DLP. Las vistas de ojo izquierdo y derecho se ponen e mosaico utilizando la mitad de la resolución vertical y horizontal disponible. Por ejemplo:



- *Solo Izquierdo/Solo derecho*: Seleccionaremos o uno u otro para editarlos en un monitor de 2D o si queremos crear proyectos separados para las salidas de ojo izquierdo y derecho. Por ejemplo:



- *Fusionar*: Seleccionamos este ajuste para fusionar las diferentes vistas de ojo izquierdo y derecho. Este ajuste es útil cuando ajustamos eventos. Por ejemplo:



- *Diferencia*: Seleccionamos este ajuste cuando realizamos ajustes verticales para minimizar la disparidad vertical. Por ejemplo:



4.8.2. Adobe AfterEffects

Es una aplicación en forma de estudio destinada a la creación o aplicación en una composición (realización de gráficos profesionales en movimiento) de efectos especiales y grafismo de vídeo, que debe sus raíces a la superposición de imágenes [WwkAE].

A la hora de procesar y generar imágenes y vídeo 3D tenemos que destacar dos elementos muy importantes desarrollados en After Effects y que en nuestro caso han resultado muy importantes a la hora de desarrollar nuestro vídeo. Por una parte, describiremos la opción de creación de un 'rig' de cámara 3D estereoscópica y por otra parte, el denominado efecto de Gafas 3D.

4.8.2.1. Rig de Cámara 3D [WhaCLP]

After Effects dispone de un comando de menú que permite crear un Rig 3D estéreo, convirtiendo una composición 3D en una composición 3D estereoscópica. La función Rig 3D

estéreo creara todos los elementos necesarios, incluyendo el efecto de Gafas 3D, que comentaremos más adelante.

Para crear un Rig primeramente tendremos que crear una composición con elementos 3D, como una precomposición 3D contraída o elementos 3D en la composición misma. Si nos encontramos utilizando una cámara, podemos seleccionarla al crear el Rig, y si por el contrario no se ha seleccionado ninguna cámara, se creará una cámara nueva, denominada 'Cámara maestra'. Hay que tener en cuenta que el Rig solo funciona con cámaras de dos nodos.

El Rig se produce creando una cámara maestra o utilizando la cámara seleccionada existente en la propia composición. Hay composiciones de ojo izquierdo y ojo derecho, cada composición dispone de una cámara vinculada a la cámara maestra, la composición original anidada en ella y una composición 3D estéreo de salida.

La composición 3D estéreo de salida anida las composiciones de ambos ojos y contiene una capa denominada '*Controles 3D estéreo*', capa que contiene un efecto '*Controles 3D estéreo*' para controlar el Rig y un efecto '*Gafas 3D*' que combina las composiciones de ambos ojos en una imagen estéreo.

Tenemos que tener en cuenta que el efecto '*Controles 3D estéreo*' forma parte del Rig 3D estéreo y no reside en el panel de Efectos y ajustes preestablecidos. El efecto '*Controles 3D estéreo*' cuenta con los siguientes ajustes para la separación de la cámara y la convergencia:

- **Configuración:** *Centro*: sitúa la cámara izquierda y derecha a cada lado de la cámara maestra. *Héroe izquierda*: sitúa la cámara izquierda en el mismo punto que la cámara maestra con la cámara derecha a la derecha. *Héroe derecha*: sitúa la cámara derecha en la posición de la cámara maestra con la cámara izquierda a la izquierda.
- **Profundidad de escena estéreo:** Controla la separación interaxial entre las cámaras como porcentaje de la anchura de la composición. Es decir, si cambiamos el tamaño de la composición, la separación se mantiene constante. Este ajuste empieza con un valor bajo de 3% para un efecto sutil. Normalmente, para material de archivo de 3D en buenas condiciones este valor no tiene que aumentarse a más de 14%-30%.
- **Convergencia de cámaras:** Las cámaras permanecen paralelas a la cámara maestra cuando están desconectadas, pero con la posición central en cualquier lado. Cuando las conectamos, la posición permanecerá desplazada. Hay que tener en cuenta que el punto de interés de las cámaras izquierda y derecha se une en la ubicación basada en las dos propiedades siguientes:
- **Convergencia en y desplazamiento Z de convergencia:** Determina la distancia Z a la que la pantalla parece estar de la cámara cuando miramos a través de las gafas 3D. Los elementos que se encuentren más alejados en el espacio Z aparecerán empujados en la pantalla, mientras que aquellos que estén más cerca parecerá que se salgan de la pantalla. Si las cámaras están paralelas y cambiamos la convergencia de la escena, el efecto será el mismo que cambiar el desplazamiento Z y en este caso, debemos utilizar el modo '*Diferencia*' para definir elementos diferentes de la escena en el espacio de la pantalla.

4.8.2.2. Gafas 3D [WhaEP]

El efecto Gafas 3D comentado anteriormente genera una única imagen 3D combinando la vista 3D izquierda y derecha. Podemos utilizar imágenes de programas 3D o de cámaras estereoscópicas como fuente para cada vista.

El método que utilizemos para crear imágenes combinadas será el que dicte la manera de verlas. Por ejemplo, podemos utilizar *Gafas 3D* para crear una imagen anaglífica, imagen que contiene dos perspectivas ligeramente diferentes del mismo objeto que se matizan contrastando colores y se superponen la una a la otra. Podemos ver un ejemplo a continuación:



Original (izquierda) y con efecto (derecha).

El efecto de *Gafas 3D* dispone de una serie de opciones modificables que pasaremos a describir a continuación:

- **Vista izquierda, vista derecha:** Son las capas que vamos a utilizar como vista izquierda o vista derecha. Solo debemos aplicar *Gafas 3D* a una única capa de la composición, no es necesario que la segunda capa esté visible en la composición.
- **Desplazamiento de convergencia:** es el nivel de desplazamiento de las dos vistas. Utilizaremos este control para determinar dónde aparecerán los elementos 3D, delante o detrás de la pantalla. Las áreas alineadas muestran el objeto exactamente en el mismo punto de la pantalla. Lo que coloquemos delante de estas áreas en el espacio Z sobresaldrá de la pantalla, mientras que lo que coloquemos por detrás de estas áreas será visible por detrás de la pantalla cuando miremos la escena a través de las gafas estéreo.
- **Alineación vertical:** Controla el desplazamiento vertical de las vistas izquierda y derecha relativas entre sí.
- **Unidades:** Especifica la unidad de medición para los diferentes valores de *Convergencia de escena* y *Alineación vertical* cuando la *Vista 3D* se establece en un valor diferente a *Par estéreo* o *Superior inferior*.
- **Cambiar izquierda-derecha:** Cambiamos las vistas izquierda y derecha. También intercambiará las vistas para otros modos de vista 3D.
- **Vista 3D:** formas de combinar las vistas: *Par estéreo*, *Superior inferior*, *Entrelazado superior L inferior R*, *Diferencia*, *Rojo verde LR*, *LR rojo azul*, *LR rojo verde equilibrado*, *LR rojo azul equilibrado*, *Equilibrio de colores azul rojo*.
- **Equilibrio:** Especifica el nivel de equilibrio en una opción de vista 3D equilibrada. Utilizaremos el control para reducir sombras o efectos fantasma.

5. Producción del Vídeo

5.1. Introducción

A la hora de realizar y llevar a cabo una idea, que posteriormente se convierta en un proyecto audiovisual, una historia convertida en película, una narración en un simple vídeo, etc. es necesario plantearse y llevar a cabo un proceso, un proceso creativo.

Este proceso creativo, siempre dependiente de la longitud del proyecto, puede o no estar dividido en más o menos partes, todas ellas importante y nunca prescindibles. El proceso de creación y exteriorización de la idea, plasmar en papel y narrarla verbalmente es el comienzo. Posteriores son los procesos de captación y rodaje de la propia idea en sí y el proceso final de montaje, en donde la idea, una vez filmada, acaba tomando la forma definitiva.

Durante toda la historia del mundo audiovisual mucho se ha escrito, al igual que realizado, sobre el complejo mundo del rodaje de ideas, y bien es sabido que difiere mucho la propia teoría a la práctica. Como casi siempre.

En este caso, hemos decidido acentuar esta separación y dividir este capítulo en dos partes, en la teoría y en la práctica. Al fin y al cabo, no es lo mismo contar qué hacer que hacerlo en sí. Digamos que nos podemos plantear dos preguntas opuestas, *¿Qué es en teoría un proyecto audiovisual, cual es en teoría su desarrollo?* y *¿Qué es, o como es, en la práctica un proyecto audiovisual y como se ha desarrollado en este caso?*.

5.2. ¿Qué es en teoría?

Tal y como acabamos de decir, un proyecto audiovisual es totalmente diferente en la teoría que en la práctica. Y más en este caso, en el caso del proyecto audiovisual, en donde la cantidad de elementos teóricos que al final se ponen en práctica son tan grandes que las posibles variaciones aleatorias de la teoría son muy elevadas.

Y es por esa razón, por lo que es importante hacer hincapié primeramente en la teoría. La propia división y estructura de los proyectos audiovisuales es muy importante a la hora de hacerle frente a un proyecto, y más aun si este es de gran envergadura.

A continuación se describen cada una de las partes más importantes a tener en cuenta a la hora de desarrollar un proyecto audiovisual. La preproducción es igual de importante, o incluso más, que la propia producción y rodaje, así como la postproducción y la iluminación. Todas las partes hacen un todo bien engrasado que, en teoría, hacen funcionar un proyecto audiovisual.

5.2.1. Preproducción

Se denomina preproducción a la etapa comprendida desde la concepción de la idea hasta el primer día de grabación o emisión del propio vídeo o material audiovisual. El trabajo de preproducción es fundamental para asegurar y determinar las condiciones óptimas de realización de todo el proyecto.

Con una buena preproducción el equipo de trabajo tendrá mayores posibilidades de evitar errores, sorpresas u olvidos, minimizando así el impacto de imprevistos, retrasos y dificultades que puedan aparecer durante la realización [WptvPre].

El equipo de producción atiende a la resolución de los problemas que plantean las personas y los medios precisos para la realización del programa. En primer lugar, se encargará de la supervisión y corrección del guión técnico, del que se distribuirán copias a los miembros del equipo técnico y artístico, así como al resto de personas que precisen de información sobre el mismo.

Según las indicaciones del guión, el equipo de producción seleccionará los lugares donde se llevará a cabo la grabación e iniciará los trámites necesarios para evitar posibles problemas durante el rodaje en los escenarios y localizaciones. Del mismo modo, se deben conseguir los permisos pertinentes para poder hacer uso de determinadas piezas musicales que posean copyright.

En esta fase de 'preproducción' se contratan los equipos técnicos, artísticos, de edición, de vestuario, de maquillaje, etc. Con los que contaremos durante la realización del programa. Por otra parte, los equipos de producción y realización deberán elaborar una serie de listas en las que se detallen, con la mayor exactitud posible, las necesidades de atrezzo y mobiliario.

En definitiva, en estas listas se precisarán que personas, materiales y medios serán necesarios en cada momento de la grabación. Todo el material previamente citado, será de vital ayuda para que el equipo de producción pueda visualizar el volumen de trabajo a desarrollar.

El final de la fase de preproducción se resume en la confección de un plan de trabajo en el que quedarán programadas las actividades que día a día se deberán efectuar para ajustarse a las previsiones del equipo de producción. Normalmente, el plan de trabajo incluye una serie de formularios que recogen toda la estructura administrativa del producto audiovisual [WwkPA].

A continuación, describiremos las partes más importantes de la preproducción de un proyecto audiovisual:

5.2.1.1. Idea

A la hora de realizar un proyecto audiovisual, o un vídeo en este caso, la idea es la motivación primaria para su realización, cualquiera que sea su tipo. Cada persona podrá tener una idea diferente respecto de un mismo tema, y hará, rápidamente, una visualización mental de cómo se imagina esta idea hecha realidad. Es muy importante tenerla muy clara, puesto que las posibilidades de desarrollar cualquier tema son infinitas [WbcDTV].

La idea es el motor a la hora de contar una historia, es la que nos anima, nos provoca y nos incita a compartir con las y los demás algo que da vueltas alrededor de nuestra cabeza. Sobre esta idea empezaremos a trabajar y a desarrollarla para hacerla visible a través de nuestro proyecto. A grandes rasgos existen tres formas fundamentales de contar una idea [WccPre]:

- **Producción de ficción:**

Las obras de ficción no buscan la captación de la realidad sino recrearla y transformarla con el fin de narrar hechos que pueden o no haber ocurrido. En la mayoría de las veces no han ocurrido nunca. Este género es el más comercial y

apreciado por el gran público y se basa en la capacidad de inventar historias. Dentro de la ficción encontramos diferentes géneros con sus particulares convenciones formales y narrativas, como por ejemplo: el drama, la comedia, el thriller, etc.

- **Producción documental:**

Su objetivo es la grabación de hechos reales con el fin de reflejarlos lo más fielmente posible y/o someterlos a análisis. También podemos hacer un vídeo utilizando grabaciones o filmaciones de archivo o de otros documentales, reportajes o trabajos audiovisuales ya existentes. En el segundo echaríamos mano de materiales de archivo.

- **Producción de video-creación:**

El objeto de este tipo de vídeos es el arte en sí, los fundamentos del mismo y la investigación de los procesos de la obra audiovisual. Cuando se realiza un vídeo de creación se pretende crear un objeto de carácter artístico sin las limitaciones ni cortapisas que los géneros y convenciones narrativas o comerciales puedan imponer.

5.2.1.2. Escaleta

La escaleta es parecida a un esqueleto o esquema del vídeo que nos ayuda a organizar el plan de grabación y facilita la escritura del guión definitivo. Es importante tener claro el hilo conductor, que bien puede ser una historia narrada o sólo una música, testimonios, dramatizaciones, etc.

Es clave diseñar un formato en donde anotemos en orden lógico las ideas, los temas a tratar en el vídeo, con una pequeña descripción de cada uno y una referencia del recurso a los que podemos acudir para ilustrar estos temas.

El tiempo de duración del vídeo también puede calcularse mediante la escaleta. La escaleta es un recurso importante para el momento de la edición, puesto que nos permite tener un orden de las diferentes escenas [WbcDTV].

5.2.1.3. Guion

El guión es un documento de producción en el que se exponen los contenidos de una obra cinematográfica, con los detalles necesarios para su realización. Contiene división por escenas, acciones y diálogos entre personajes, acontecimientos, descripciones del entorno, acotaciones, etc. [WwkGC].

El guión es una de las fases fundamentales de la producción audiovisual. Es una orientación en la que aparecen descritos todos los elementos que después saldrán en pantalla. A la hora de escribir nuestro guión, más bien previos pasos antes de comenzar a escribir, tenemos que tener en cuenta los siguientes pasos [WccPre]:

- **La idea:** debemos describirla en dos líneas, escribiendo aquello que queremos tratar en nuestro vídeo.
- **La sinopsis:** es la descripción un poco más detallada del tema de nuestro vídeo. Empezaremos a introducir los personajes que pueden aparecer y en donde sucederá la acción/conflicto. Empezaremos a dar más detalles.

En esta primera etapa es básica una buena documentación para realizar un trabajo creíble y riguroso, obtener la máxima información sobre lo que vamos a tratar en nuestro vídeo y procesarla adecuadamente.

- **Tratamiento:** Escribiremos, en aproximadamente dos o tres páginas, de una manera más pormenorizada, el desarrollo de nuestra idea. Presentaremos los personajes y sus relaciones, así como los espacios en donde discurre la acción (localizaciones).

Una vez determinados estos tres puntos importantes, a la hora de elaborar el guión podemos distinguir dos fases principales [WccPre]:

- **El guión literario:** es aquel que describe aquello que se mostrará y escuchará en nuestro vídeo. Involucra la división por escenas, acciones de personajes o eventos, los diálogos entre los personajes, así como breves descripciones del entorno o de las emociones de los actores.

Un buen guión literario debe transmitir la información suficiente para que, quien lo lea, sea capaz de visualizar la película, como transcurre el diálogo, cómo actúan los personajes y con qué objetos interactúan, etc. aunque sin especificar los pormenores de la producción. Una vez finalizado se pasa al guión técnico, que describe como la cámara va a captar toda esa información.

El guión literario de ficción nos indica los cambios de escena, si la acción se desarrolla en interiores, exteriores, de día o de noche, etc. y separa el diálogo de los personajes del resto de la acción.

- **El guión técnico:** es un guión elaborado por la directora o por el realizador del propio vídeo después de un estudio y un análisis del guión literario. En el guión técnico, el realizador puede suprimir, incorporar o cambiar pasajes de la acción o diálogos. En él se detallan las secuencias y los diferentes planos, se ajusta la puesta en escena, incorporando la planificación e indicaciones técnicas precisas: encuadres, posiciones de cámara, decoración, sonido, playback, efectos especiales, iluminación, etc.

Las diferencias más notables entre los dos diferentes guiones, literario y de técnico, son las siguientes [WwkGC]:

- **Numeración de las escenas:** En el guión literario las escenas no se numeran, la numeración se realiza al transformarlo en el guión técnico. Esto ocurre porque es muy común eliminar y reorganizar las escenas, al igual que agregar nuevas. Agregar o eliminar una escena implicaría re-enumerar todas las escenas posteriores. Al entrar en preproducción, el guion técnico se convierte en la principal guía para los diferentes departamentos de producción. Las escenas se numeran, de modo que cada una tenga un único número que las identifique.
- **Numeración de las paginas:** Una vez el guión queda bloqueado, la numeración de las páginas no puede cambiarse. Es decir, en cada revisión la misma escena debe estar siempre en la misma página. Cuando modificamos una escena se modifica a tal extremo de mover la escena siguiente a una nueva página, esta nueva página solo debe contener el texto desplazado. Esto se realiza con el fin de no reimprimir la totalidad del guión, sino solamente las páginas que contienen cambios.
- **Marcas de revisión:** Cuando efectuamos un cambio en un guión técnico, colocamos una marca de revisión, normalmente un asterisco, a la derecha del renglón que contiene tal cambio. Esto se realiza con el fin de facilitar que el personal de producción detecte el cambio fácilmente.
- **Marcas de continuación:** Cuando en un guión de producción una escena se extiende de una página a otra se coloca la marca '(Continúa)' al final de la página, y 'Continúa:' al inicio de la segunda página. El uso de las marcas de continuación es opcional en el guión literario, pero es obligatorio en el guión técnico.

5.2.1.4. Medios necesarios [WccPre]

A la hora de desarrollar nuestra idea y nuestro guión tendremos que tener muy en cuenta todos los medios que necesitaremos, entre los que destacan los siguientes:

- **Medios técnicos:** cámaras de grabación, trípodes, objetivos, micrófonos, iluminación, cintas, baterías, etc.
- **Medios artísticos:** Vestuario, decorados, mobiliario, atrezzo, etc.
- **Medios humanos:**
 - o *Personal técnico:* realizador, productores, cámaras, sonidistas, iluminadores, decoradores, maquilladores, montadores, etc.
 - o *Personal artístico:* actores y actrices, y en el caso de los documentales, tendremos que definir las personas que vamos a entrevistar o a grabar.
- **Localizaciones:** no resulta un medio en sí, pero sí un punto muy importante en la preproducción, puesto que son los lugares en donde vamos a grabar, tanto si son interiores (naturales o decorados), como si son exteriores, de día o de noche.

Tendremos que tener bien organizada toda esta información a la hora de realizar nuestro vídeo, para que resulte de manera efectiva y con el menor coste económico posible.

5.2.1.5. Storyboard [WwkSB]

El *storyboard* es un conjunto de ilustraciones mostradas en secuencia con el objetivo de servir de guía para entender correctamente la historia a contar, la animación o para seguir la estructura de la película previa realización o filmación.

Es esencialmente una serie de viñetas que ordenan la narración de los hechos de una película. Se utilizan como planificación previa a la filmación de las escenas y de las secuencias; en él determinamos el tipo de encuadre y el ángulo de visión que vamos a utilizar. Sirve como guía al director, aunque él pueda desglosar y segmentar su filmación sin seguir estrictamente el orden lógico de la trama.

En la creación de una película con cualquier grado de fidelidad a una escritura, un *storyboard* proporciona una disposición visual de acontecimientos tal y como deben ser vistos por el objetivo de la cámara. En el proceso de *storyboarding*, los detalles más técnicos complicados en el trabajo de una película pueden ser descritos de manera eficiente en el cuadro, en la imagen, o en la anotación al pie del mismo.

5.2.1.6. Plan de grabación

El plan de trabajo es un documento realizado por el productor que planifica y organiza la fase de rodaje. Pretende que se visualice de forma rápida el conjunto de los días, con los diferentes aspectos concretos de cada uno, y organizar el rodaje de tal manera que se puedan agrupar las secuencias que compartan elementos comunes de cara a ahorrar desplazamientos y otros costes.

En el plan de trabajo se indican los miembros del equipo de rodaje, los días que participan en la grabación, el número de planos, las diferentes escenas o secuencias a rodar por días, la aparición de actores y figurantes y los requerimientos de todo orden que deben estar disponibles para cada jornada de trabajo.

5.2.2. Producción

El apartado de producción, muchas veces denominado como ‘rodaje’, es la puesta en práctica de todas las ideas pensadas en la fase de preproducción. Una mala planificación supondría un gasto importante de tiempo y capital.

En esta etapa de la producción se incorporan el equipo de las cámaras, los técnicos de sonido, el equipo de dirección artística y decoración, los iluminadores, etc. El trabajo efectuado en esta fase queda recogido en la ‘orden de trabajo diaria’, que se materializa en datos reales en la ‘parte de producción’. La jornada común de trabajo en la fase de producción finaliza con el visionado del material grabado y la preparación del día siguiente [WwkPA].

El equipo de producción, o de rodaje, es el primero en llegar a las localizaciones a la hora de realizar la grabación y es el responsable de que todo esté preparado antes de realizar las grabaciones. Es importante llevar la documentación a emplear en el transcurso de los días de grabación. Los elementos más importantes a tener en cuenta por la producción durante las jornadas de grabación son [WctPA]:

- El plan de rodaje.
- El informe de producción.
- Las copias de guión.
- Las copias del *storyboard*.
- Planos de las localizaciones.

En el caso de tener más de un día de rodaje, lo más común, el personal de producción debe ocuparse de tener los siguientes elementos más importantes controlados [WctPA]:

- Las siguientes localizaciones.
- El plan de rodaje del día siguiente.
- Informes de sonido, de cámara, del asistente de dirección.
- Controlar el material utilizado y el que se va a utilizar el día siguiente.

Si bien el equipo de producción varía de una producción a otra, dependiendo principalmente del dinero invertido en el proyecto o del tipo de proyecto, el equipo de producción de una producción profesional se compone de los siguientes cargos [WwkPA]:

- *Productor Ejecutivo*: Es quien aporta el capital, organiza y controla el proyecto. Puede ser tanto una empresa como una persona.
- *Productor*: Es el máximo responsable de la organización técnica del proyecto y de la administración del dinero.
- *Coproducer*: Es el ejecutivo que representa a otras empresas que se asocian en la producción del proyecto.
- *Productor asociado*: Es la empresa o persona que aporta capital a la producción con el fin de obtener una ganancia. Generalmente no interviene en el proceso productivo.
- *Director de producción*: Es el delegado del productor ejecutivo.
- *Jefe de producción*: Es el responsable de la etapa de rodaje.
- *Ayudantes de producción*: Se encargan de mantener los contactos con el equipo para materializar los problemas y las necesidades de los diferentes departamentos de trabajo. Y también, trabajan con los materiales y los proveedores ayudando a preparar los decorados a los encargados de ello.

- *Secretario de producción*: Es el que ejecuta las labores burocráticas propias de la producción.
- *Auxiliares de producción*: Se ocupan de proveer las necesidades urgentes que surgen durante la grabación.
- *Secretarios de administración*: Ejecutan las labores burocráticas propias de la administración y de la contabilidad.
- *Contable*: Es el responsable de la administración y de la contabilidad diaria de la producción. Se encarga de pagar a los proveedores y al personal.
- *Asistentes y enlaces de grabación en exteriores*: Son personas que se contratan por su conocimiento del entorno para la resolución de los problemas que puedan surgir durante el trabajo.

5.2.3. Postproducción

5.2.3.1. ¿Qué es la Postproducción de Vídeo?

5.2.3.1.1. Concepto

El término “*postproducción*” (en la jerga de la industria norteamericana ‘*post*’, y en la española ‘*postpro*’) ha venido a sustituir en las últimas décadas al más tradicional “*montaje*” para referirse a las últimas y decisivas acciones en el proceso de construcción de un film. Sin embargo, no se trata de sinónimos absolutos puesto que designan realidades parecidas.

Uno de ellos, el montaje, constituye una actividad concreta inscrita en el proceso global que encarna el otro; el reconocimiento de la centralidad de esta forma de manipulación de los materiales, basada en el empalme físico, implicaba una frecuente identificación o confusión de ambos conceptos. La postproducción, por tanto, no representa un fenómeno nuevo, sino que da cobijo a operaciones en permanente evolución, tanto por lo que respecta a su naturaleza como a su método, desde los orígenes del cinematógrafo.

El vocablo destaca la creciente importancia de una serie de intervenciones complejas en materiales preexistentes que rebasan la sola y estricta sincronización de imágenes y sonidos más la yuxtaposición de planos.

5.2.3.1.2. Definición

La postproducción se identifica en el ámbito audiovisual con el trabajo de integración en un único soporte que se lleva a cabo a partir de una materia prima potencialmente heterogénea, compuesta por imágenes, sonidos, textos y gráficos, grabados o sintetizados.

La Postproducción es la manipulación de material audiovisual, video en este caso, digital o analógico utilizado para el cine, publicidad, televisión o radio. A medida que la informática se ha ido desarrollando, una de las mayores utilidades de la postproducción ha sido la producción de efectos digitales, sin por ello apartarse de su máximo cometido, la edición y el montaje.

Distinguimos dos formas de postproducción, vídeo y audio, si bien nosotros nos vamos a centrar en la postproducción de vídeo. El término postproducción engloba el conjunto de procesos aplicados a todo el material grabado o registrado: montaje, subtítulo, efectos especiales, inclusión de fuentes audiovisuales externas, etc. Pertenece a un ámbito “tercero” al no trabajar con materia prima. Los artistas visuales realizan la obra siempre a partir de

materiales preexistentes, es decir, generan significado a partir de una selección y combinación de elementos heterogéneos ya existentes [WwkPP].

Desde comienzos de los años noventa, un número cada vez mayor de artistas interpretan, reproducen, re-exponen o utilizan obras realizadas por otros o productos culturales disponibles. El 'arte' de la postproducción responde a la multiplicación de la oferta cultural, aunque también más indirectamente a la inclusión dentro del mundo del arte de formas ignoradas. La materia manipulada ya no es materia prima, ya no se trata de elaborar una forma a partir de un material en bruto, sino de trabajar con objetos ya informados por otros [WscPp].

La postproducción de vídeo engloba una serie de procesos relativos al procesamiento y la edición de distintas tomas de material visual [WwkPP].

5.2.3.1.3. *Proceso de Postproducción*

Captura del material filmado

El proceso de postproducción comienza con la captura de las imágenes, que consiste en volcar la señal de vídeo captada por una cámara en cinta magnética, o disco duro, a la estación de trabajo, para su posterior edición.

Este proceso supone la digitalización de la señal de vídeo, cuando ha sido captada de modo analógico, o simplemente la copia de archivos digitales de un soporte a otro, cuando la grabación ha sido realizada directamente en soporte digital.

Digitalización de fotografías

La fotografía es un elemento clave en cualquier producción audiovisual. Si queremos incluir fotografías en una producción de vídeo es necesario, en primer lugar, digitalizar aquellas imágenes que no se encuentren en soporte digital. Y en segundo lugar, es importante modificar la resolución de cada una de las imágenes para adaptarlas a los diferentes formatos de vídeo de cada producción (alta definición, definición estándar en formato panorámico, etc.) así como aplicar los ajustes necesarios para mejorar su calidad.

Edición de vídeo

La edición de vídeo consiste en seleccionar y ordenar la secuencia de planos que se han registrado previamente con la finalidad de crear un relato audiovisual que tenga sentido narrativo y estético. Existen 3 tipos de edición:

1. *El montaje de filmación*: consiste en el copiado y pegado manual de celuloide.
2. *La edición electrónica con magnetoscopio o edición lineal*: se copia directamente el material rodado de cinta origen a cinta destino por corte.
3. *Edición por medios informáticos o edición no lineal*: se trabaja con los archivos audiovisuales previamente digitalizados, que se manipulan de forma virtual para luego exportarlos al soporte físico necesario.

Edición de audio

El sonido es otro de los elementos indispensables en cualquier producción de vídeo. La edición de audio consiste en acoplar todos los elementos de sonido que participarán en la producción, evitando su saturación o distorsión, y siempre buscando una armonía estética.

Reunión de Postproducción

Cuando se trabaja realizando la postproducción para alguien externo, a partir de una descripción detallada de la producción se confecciona la idea de cada cliente sobre su producción de vídeo. Y una vez que el proyecto comienza a coger forma, se conciertan reuniones con el cliente para determinar la correcta evolución del proyecto. De este modo se confirma que las líneas argumentales y estéticas implementadas coinciden con las acordadas.

Formato final

Una vez finalizado el proceso de edición del material se determina un formato final en el cual se grabara el producto. Bien puede ser un formato físico como el DVD o bien en formato digital, como un archivo para subir a internet.

5.2.3.2. Postproducción vs. Postproducción Digital

La postproducción digital tendría por objeto manipular el negativo original para suplementar decorados y multiplicar extras, para incluir efectos atmosféricos, rótulos, etc., y para solucionar problemas producidos en el rodaje. La identificación entre postproducción y postproducción digital supone aun otra restricción más, por desgajamiento o preterición del montaje, para incidir exclusivamente en las aplicaciones de corrección de color y de inclusión de efectos especiales en imágenes digitalizadas.

Las funciones que se dan cita en esta categoría no se reducen a un soporte, a un formato, ni siquiera a un orden concreto; es más, para hablar de trabajo de postproducción no es preciso que se den todas ellas, sucesivamente, pues, según las opciones que se tomaran en fases previas existirá en esta etapa un abanico distinto de posibilidades: la grabación de vídeo no requiere revelado, las posibilidades de la corrección digital del color amplían considerablemente las del etalonaje en el laboratorio, la distribución y exhibición digitales permitirían prescindir del tiraje de copias, etc.

Por otro lado, la postproducción implica una relación dinámica entre tres instancias: una fuerza de trabajo, unos medios de producción y una financiación de la producción.

Nos hallamos ante un término técnico, multiforme y ambiguo, cuya evolución sigue y refleja los avatares de la industria. Nos interesa en la medida que está unido a la escritura de la historia que corre a cargo de la industria cinematográfica, hecha de hitos: si la postproducción aparece como sustituta del montaje, al cual se había identificado con la “fuerza creadora de la realidad fílmica” (Pudovkin), sustancia y fundamento del lenguaje cinematográfico, la postproducción digital se presenta como su forma más versátil y refinada, su culminación.

5.2.3.2.1. Mitos

El salto que media entre la postproducción tradicional y la digital es equiparable a la revolución que supuso la sustitución de la máquina de escribir por el procesador de textos. La descripción más corriente del proceso tradicional de fabricación de los productos

cinematográficos incide en su carácter secuencial irreversible y en la fuerte especialización en que se basaba: entre la idea original y la película acabada mediarían una serie de etapas, con sus correspondientes profesionales y sus respectivas herramientas. Se traza, además, una imagen del equipamiento analógico como una tecnología estancada, tosca e ineficaz, técnica obsoleta.

La aceleración del proceso merced a las ventajas consustanciales a los programas digitales (acceso aleatorio, reversibilidad de las acciones, posibilidad de almacenar infinitas versiones, etc.), amén de una supuesta correspondencia e idoneidad con/para la creación de efectos espectaculares de un fotorrealismo extremo.

De todos los pasados, presentes y futuros desarrollos de la migración digital, es el eventual ahorro del tiraje de copias por la sustitución del soporte, que ascendería a varios millones de dólares por cada producción, en el que la industria cinematográfica se encuentra más vivamente interesada.

Teniendo en cuenta la linealidad del flujo de trabajo como causa de una presunta ineficiencia, conviene realizar un par de enmiendas. Primero, la organización tradicional de las tareas se arbitraron fórmulas para flexibilizar el proceso de producción, rara vez se postergaba la postproducción hasta la conclusión del rodaje. Y segundo, desde la profunda reestructuración que la industria internacional vivió en los años setenta, ya se había descrito una tendencia a la compresión y estandarización de los plazos concedidos a la postproducción por razones financieras.

Renovación de salas:

Las diferentes mutaciones en los usos en la postproducción, en particular en el auge de la investigación en programas informáticos para la generación de efectos visuales de carácter fotorrealista, se encuentran en sintonía con una concepción muy concreta del espectáculo cinematográfico y, como tal, no puede dar la espalda a los rumbos de la distribución y la exhibición.

Los últimos sistemas de proyección digitales resultan inseparables de un aspecto tan fundamental como el citado en la evolución de la postproducción en los últimos años, y deben entenderse como parte de la estrategia de los estudios para favorecer el visionado en sus productos en las condiciones óptimas.

Competencias del sistema:

Por alejado que parezca de la definición del concepto de postproducción resulta importante destacar este concepto, puesto que desde los primeros tiempos de su uso se indica y se alimenta una insatisfacción múltiple. Entre otras, la deriva del deseo de ampliar las posibilidades de manipulación de imágenes y sonidos, y la que se seguía de una búsqueda de arrogarse o recuperar unas competencias que se entendía el Sistema había enajenado.

Contradicciones del analógico:

La digitalización de la postproducción dista de ser la panacea que resuelve las contradicciones y deficiencias del pasado analógico. El tópico del descenso de los costes y la agilización del proceso choca con la realidad, tanto por la necesidad de procesos adicionales como por el hecho de que las películas que recurren a ella suelen ser incluir un elevado número de efectos que encarecen la factura y dilatan la duración de esta fase.

A pesar de la flexibilización de la cadena, la complejidad de las conversaciones y comprensiones no siempre se resuelve de forma favorable para todos los artistas y técnicos. Y, además, salta a la vista la falacia de la democratización, “cualquiera que disponga de un ordenador personal podrá acceder prácticamente a la misma tecnología que el montador de una película de gran presupuesto”.

Proceso gradual:

No es posible hablar de una sustitución uniforme de las herramientas analógicas por las digitales; por el contrario, se trata de un proceso gradual, que ha atravesado duros escollos, y al que la convivencia de métodos muy diversos a lo largo de toda la cadena de la postproducción puede conferir un aspecto caótico.

La historia de los sistemas y métodos de postproducción cinematográfica ha sido y es variada y compleja, en relación dialéctica con los cambios operados en las fases previas del proceso de creación e integrada en la dinámica global de la industria audiovisual. Las innovaciones se han incorporado de forma parcial y casi siempre pacífica; y la pretendida revolución digital no ha sido una excepción.

Rotura de la linealidad:

La principal repercusión de la rotura de la linealidad consiste en la mayor integración de las diferentes etapas. La postproducción no queda al margen de los cambios, y resulta lógicamente afectada, por ejemplo, por el recurso antes del rodaje, hoy frecuente, a técnicas auxiliares de previsualización como los *storyboards* informáticos, a la grabación de ensayos con equipos de vídeo de gama media o baja, y a la realización de premontajes para elaborar los planes definitivos; o por la posibilidad, durante la producción, de visualización instantánea, así como por la disponibilidad de las bases de datos electrónicas, asociadas a las tomas, en las que se pueden encontrar informes de cámara, de sonido y de continuidad, fechas y localizaciones, códigos de tiempos, etc.

Este derribo de las barreras, que se presume definitivo, exige de los cineastas un esfuerzo permanente de adaptación y reciclaje, tanto en relación a sus respectivas parcelas como a propósito del proceso en su totalidad. Los directores de fotografía han tenido que adquirir nociones de efectos visuales, tradicionalmente pertenecientes a la fase siguiente de la cadena de producción.

Lenguaje Técnico:

El lenguaje técnico también se ha visto seriamente afectado por el desarrollo de los entornos digitales de postproducción: se advierte una progresiva asimilación al de los ordenadores.

La profunda reorganización profesional del tránsito del montaje y la edición a la postproducción también ha consistido en la adquisición por parte del personal de una competencia cada vez más sofisticada en el manejo de los ordenadores, cuando no en la directa incorporación de ingenieros informáticos a las áreas de investigación y desarrollo de software y de generación de efectos.

Los cambios en el organigrama de la postproducción no sólo consisten, pues, en una redistribución de funciones, sino que en ocasiones implica la creación de figuras con un perfil

eminentemente técnico: encontramos un ejemplo de primera magnitud en la progresiva implantación de la figura de “productores de postproducción” en los proyectos profesionales, primero en los que requerían de un trabajo exhaustivo en este apartado, y luego, por extensión o mimesis, prácticamente en cualquier proyecto.

La noción de montaje se tiñe de connotaciones peyorativas de artesanía/artisticidad, por contraste con la de postproducción, que se quiere científica. La renuncia a las cualidades románticas que exige el tránsito estaría sobradamente compensada, por cuanto los beneficios, en cambio, se corresponden con valores tangibles, propios de una sociedad utilitaria.

Transmisión del conocimiento:

Otro de los focos de discusión acerca de las consecuencias de la digitalización de la postproducción, que trasciende la mera tecnología, consiste en la previsión de los efectos que puede acarrear en las formas de relación del personal humano, y en los métodos de acceso, formación y transmisión del conocimiento de la profesión. A este respecto, dos términos, “democratización” y “virtualización”, salen al paso una y otra vez, para describir dos tendencias no excluyentes pero cuya invocación sí suele serlo, ya que, en líneas generales, se corresponden con las posturas respectivamente en pro y en contra de la reordenación del sector.

Triunfo de la postproducción:

Si se invierte el orden del razonamiento, puede concluirse que el triunfo de la postproducción va unido a una operación de relectura de su *antecedente*, el montaje, como representante del primitivismo analógico: ello resulta particularmente evidente si se cae en la cuenta de que la glosa de las maravillas de las herramientas digitales conduce a una comparación con las tradicionales, que se someten a una simplificación extrema, reducidas sus posibilidades prácticas al mero ensamblaje, sin más, de ciertas unidades, los planos, que se corresponderían tal cual con los materiales obtenidos del rodaje.

Divergencia:

Existe un punto de divergencia entre la postproducción analógica y digital que suele pasarse por alto: las funciones que integran esta disciplina se desplazan de una serie de aparatos única, específica y expresamente desarrollados para la realización de procesos concretos en una cadena de trabajo, y se centralizan en el ordenador; una máquina que, como se ha señalado, tiene en la versatilidad una de sus características virtuales cardinales: “Como máquina, el ordenador no tiene ninguna función intrínseca. A través de su software, sin embargo, puede imitar las funciones de varios aparatos y numerosas actividades humanas”.

Expansión de la Postproducción:

La expansión de la postproducción digital responde a razones de muy diversa índole, entre las cuales se incluyen, por supuesto, las tecnológicas – las ventajas derivadas de la integración de los sistemas y la ruptura de la linealidad – pero también las económicas – el abaratamiento y la eficiencia que se confía en conseguir con sus herramientas – y las sociológicas e incluso psicosociales – la aceptación intuitiva de que el futuro pasa por la universalización del ordenador, herramienta única y omnipotente, para la realización de cualquier tarea.

5.2.3.2.2. Reflexión

La tendencia a que la digitalización aligere las tareas de postproducción, al permitir que el control de ciertas variables se ejerza en etapas anteriores, no rivaliza, sino que convive con la contraria: la aceleración de los ritmos de producción, unida a la popularización de programas de edición y retoque cada vez más manejables fomenta en proyectos más modestos una despreocupación que se resume en el desentendimiento de los problemas para solventarlos después del rodaje; una actitud que el *establishment* desprecia como síntoma de escasa profesionalidad, pero que no constituye sino una estrategia alternativa, fruto de unas condiciones distintas y de la misma conciencia en torno a un hecho cierto: la decadencia de la frontera entre las tres fases que la tradición definió prácticamente como compartimentos estancos.

Hoy se impone una evaluación previa de las diversas opciones y una reestructuración constante de las funciones, sin consideración alguna por los tabiques convencionales (artificialmente establecidos) dentro del proceso creativo, en pos de la calidad y la eficiencia. Más que tornarse indistintas, preproducción, producción y postproducción se redefinen proyecto a proyecto.

5.2.3.3. Postproducción Digital

5.2.3.3.1. Terminología Digital

Antes de comenzar a hablar sobre la postproducción digital es conveniente constatar un fenómeno: la confusión existente en torno a la esencia misma de las mutaciones, como se desprende del uso de los calificativos “electrónico”, “digital”, “no lineal”, “aleatorio” y “virtual” como si se tratara de sinónimos.

Es conveniente realizar una precisión terminológica: la digitalidad de los sistemas de postproducción, que constituyen la categoría más tardía de los electrónicos, radica en la transferencia de las películas a memoria informática, donde reside en formato numérico, para el ejercicio de una o varias funciones; que la no linealidad y la aleatoriedad aluden a sendos rasgos procedimentales y que la virtualidad constituye, principalmente, un atributo ambiguo y discutiblemente asociado a los medios digitales, descrito como una tendencia esencial y necesaria de los mismos.

Se catalogan dos sistemas no lineales diferentes. Los de edición basados en cinta de vídeo y en *laserdisc* como *analógico-electrónicos*, en los cuales las imágenes se almacenan en las máquinas analógicas que especifican sus respectivos nombres. Y *digital-electrónicos* a la tercera generación, porque las imágenes cinematográficas almacenadas en disco duro tienen formato digital.

5.2.3.3.2. Historia

El montaje tradicional en moviola ha sido progresivamente sustituido por una serie de sistemas, basados en la utilización de diversas tecnologías, pero agrupados todos ellos en torno al concepto de no linealidad. Todos los principales autores que se han ocupado de su nacimiento y sucesión identifican, en razón del soporte en que se lleva a cabo el almacenamiento, tres fases: una primera, basada en cinta de vídeo, una segunda protagonizada por el *laserdisc* y una tercera, apoyada en el disco informático.

Los sistemas lineales basados en cinta perecieron cuando rebasaron sus límites de desarrollo, entre los cuales apuntan el tamaño excesivo de las instalaciones, con demasiados y demasiado complicados equipos; la escasa fiabilidad del trabajo con múltiples monitores; la necesidad de varias personas para operar cada sistema y la carencia de dispositivos de control para centralizar los procesos.

1980

Entre 1984 y 1986 aparecerían tres sistemas que quebraron la linealidad de las tareas de edición, al incorporar un número variable de magnetoscopios cargados con cintas que contenían, todas ellas, los mismos materiales: *Montage Picture Processor* contaba con diecisiete VCRs Super Beta Hi-Fi, *Ediflex* constaba de múltiples unidades de VHS y el *Touch Vision* trabajaba tanto con VHS como con cintas de ¾”.

La aleatoriedad del acceso que procuraban estos sistemas resultaba ambiguo. Mientras que al hacer mención a ellos se advierte que no eran lineales, si no todavía secuenciales, en otra de las menciones los catalogan (*Ohanian* y *Phillips*) como métodos de acceso aleatorios. Se trataban de sistemas no lineales, pero no de acceso aleatorio propiamente dicho.

La siguiente generación, en cambio, sí proporcionó esta prestación a los usuarios: desarrollados en paralelo a los primeros sistemas de edición en cinta de vídeo, los equipos basados en *laserdisc* constaban de hasta doce máquinas para el montaje de imágenes y sonidos contenidos en otros discos de velocidad angular constante, con una capacidad de treinta minutos cada uno, y que se presentaban en dos formatos: de múltiples lecturas y una sola escritura y de múltiples lecturas y escrituras.

El rescate de la información recaía en un láser, por lo que el margen de tiempo para el desplazamiento de una sección a otra del disco – y, por tanto, el acceso al material – se reducía a entre novecientos milisegundos y dos segundos. Al lanzamiento, en 1984, de *EditDroid* y *SoundDroid* le sucedió una versión renovada del viejo *CMX*, el *CMX 6000* (1986) y el *EditDroid II* en 1989.

La tercera ola tecnológica de la edición no lineal, constituida por los sistemas digitales, rompió en 1988. Tras una temprana y rápida generalización en la práctica televisiva, su adopción por parte de la comunidad cinematográfica fue más gradual.

El primer sistema, *EMC* (*Editing Machines Corporation*), conoció dos secuelas, *EMC2* (1990) y *Primetime*. La principal novedad del *EMC2*, que consistía en la incorporación de la compresión JPEG, permitía el almacenamiento de hasta cuatro horas de *rushes* (material inedito). Poco después, en 1989, *Avid Technologies* desarrollaría el *Avid Media Composer* para trabajar con una CPU de *Apple Macintosh*.

En 1991, *TouchVision* pondría en circulación *D/Vision*, y *Ole Partners* haría lo propio con *D/Vision*, pronto advirtieron la necesidad de trasladarse al entorno digital para no quedarse desfasados. La rivalidad entre los sistemas analógico-electrónicos basados en cinta de vídeo y en *laserdisc* se transformó en una batalla eminentemente comercial en el marco de uno solo, el digital-electrónico, sobre cuya hegemonía ha existido desde entonces un amplio consenso.

El desarrollo de la edición digital debe ponerse en relación con la evolución de la industria informática a partir de los años setenta, en que se sentaron las bases para la carrera hacia la miniaturización de la electrónica y la comunicación vía telefónica entre ordenadores; en esa década dio comienzo también el desarrollo de la industria del software.

Hay que destacar un hito crucial para la futura expansión de los sistemas de edición computerizada, en 1972 se normaliza el código de tiempo *SMPTE* (*Society of Motion Picture and Television Engineers*) a raíz del cual el magnetoscopio puede ser asimilado como dispositivo periférico por el ordenador, reconvertido a su vez a la función de “controlador de edición”.

1990

La implantación de los programas informáticos de edición no lineal en el cambio de década estuvo impulsada por la coincidencia de factores tecnológicos y económicos favorables: por un lado, se dieron importantes avances en el almacenamiento en discos duros, con sustanciales mejoras en los sistemas de compresión digital más un descenso constante del precio de la memoria. Además, en 1990, un software es capaz de leer los números de borde de la película: gracias a ello, fue posible automatizar la correspondencia entre los códigos de tiempo de las listas de decisiones de edición con los inscritos en los negativos originales.

Sin embargo, las soluciones de los programadores chocaban en diversos frentes con el alto nivel de exigencia de los montadores. Como por ejemplo, problemas de sobrecarga, problemas con la *EDL* (*Edit Decision List*) derivados de la presencia de *frames fantasma* para equiparar la duración de los clips en cine (24 fps) y vídeo (25 en PAL y 30 en NTSC), etc.

La heterogeneidad de los estándares de paso entre el medio cinematográfico y los televisivos/videográficos europeos y estadounidenses, planteó un obstáculo considerable para el éxito de los sistemas *DNLE* (*Digital Natural Image Engine*, Motor Digital de Imagen Natural). Hasta 1992, año en que aparecieron los primeros programas preparados para operar a 24 fps, para salvar las diferencias entre el número de fotogramas por segundo se aplicaba un ratio de corrección a las imágenes en el telecinado:

- En el caso del NTSC, se aplicaba una rebaja de 2:3. Teniendo en cuenta que el vídeo tradicional es entrelazado y para un total de sesenta campos por segundo, cada cuatro campos se duplicaba uno; así, por cada segundo se generaban los doce campos extra precisos.
- En el sistema PAL, se ensayaron dos fórmulas: una consistía en mantener la relación fotogramas-frames; solución que introducía un desfase por aceleración del 4,1% en la versión PAL. La segunda opción pasaba por generar tres campos, en lugar de dos, a partir de los fotogramas duodécimo y vigésimo cuarto de cada segundo para restituir el fotograma restante.

Cualquier eventual adaptación debía reproducirse en la transferencia de las pistas de sonido magnética, para sincronizarlas con las imágenes en vídeo, y, a la inversa, para incorporar el sonido al soporte fotoquímico. Manipulaciones que arrastraban una complicación adicional al crear campos adicionales. El programa se encargaba de decidir arbitrariamente sobre el fotograma real en que el corte quedaba reflejado en la *EDL* de cara al montaje efectivo.

Estas carencias provocaron que los sistemas *DNLE* se enfrentaran a un impasse a principios de los noventa. El giro definitivo se produjo a mediados de 1993: mientras que el año anterior el montaje mecánico constituía la opción predominante, en abril de 1994, de las setenta películas que se encontraban en diversas fases de postproducción cuarenta se estaban montando con sistemas *DNLE*. Para 1994-1995, habían tenido lugar cambios fundamentales en

tres terrenos: los incrementos de la capacidad de memoria y de la velocidad del procesamiento permitirían archivar toda la película con calidad aceptable sin que los equipos se sobrecargasen; la interconexión de los ordenadores favorecía el trabajo en línea de todos los miembros y la opción de editar a 24 fps dio fiabilidad a la EDL.

5.2.4. Iluminación

5.2.4.1. ¿Qué es la luz?

Se denomina luz a la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano. En física, el término luz se utiliza con un sentido más amplio e incluye todo el campo de la radiación conocido como espectro electromagnético, mientras que la expresión *luz visible* señala específicamente la radiación en el espectro visible [WwkLuz].

5.2.4.1.1. Iluminación [Wwkllu]

La iluminación es la acción o efecto de iluminar. En la técnica se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos, tanto prácticos como decorativos. Con la iluminación se pretende, en primer lugar, conseguir un nivel de iluminación – interior o exterior – o iluminancia, adecuado al uso que se quiere dar al espacio iluminado, nivel que dependerá de la tarea que los usuarios hayan de realizar.

5.2.4.1.2. Iluminación en el cine

La iluminación en el cine es un factor expresivo y funcional que ayuda a crear *raccord* entre los diferentes planos y a aumentar la expresión artística de la imagen. La luz es la base del cine, gracias a ella la cámara es capaz de captar las imágenes, a través del CCD en cámaras de vídeo y a la película de cámaras de cine [Wwkllu2].

Existen tres elementos que condicionan la iluminación fílmica [Wwkllu]:

1. El movimiento de los actores y objetos delante de la cámara.
2. La sucesión de un plano a otro y la continuidad de la luz entre ambos.
3. La rapidez de sucesión de los planos.

Una dato relevante del ojo humano para la iluminación y el trabajo, es la distancia de visión natural, en la que el ojo no necesita deformarse para acomodarse la distancia de visión. Es una distancia entre el ojo y el detalle de 250 mm.

5.2.4.2. Tipos de luz [Wiarllu]

5.2.4.2.1. Luz dura

La luz dura proviene de una fuente de iluminación pequeña, que tiene fuerte direccionalidad y que provoca sombras muy nítidas y contornos muy bien perfilados. Se utilizará cuando se quiera resaltar algo puntual del objeto, como su textura o su modelado; o bien para resaltar un objeto concreto o una parte determinada de la escena; también para que la luz no se esparza más allá del área de interés.

Si es utilizada inadecuadamente puede producir determinados efectos menos favorecedores, tales como: que se produzca una distorsión en la forma del objeto, que zonas

relevantes queden menos iluminadas o se formen sombras que no contribuyan a la percepción correcta de la imagen, o que las texturas se tornen rudas.

5.2.4.2.2. *Luz blanda*

Se consigue mediante la dispersión de diferentes focos de luz. Por ejemplo, en condiciones naturales, puede encontrarse este tipo de luz cuando el sol se oculta debido a determinados fenómenos atmosféricos. La luz blanda puede utilizarse para iluminar sin sombras.

También puede utilizarse de forma artificial para simular luz natural del cielo. Además, se puede utilizar como luz correctora de modelados no deseados, texturas inapropiadas, etc. En otras ocasiones es utilizada para crear un sombreado gradual, iluminar detalles en zonas oscurecidas sin que haya sombras molestas o para combinar con una luz principal y conseguir así una única sombra.

5.2.4.3. *Objetivos de la iluminación*

La técnica de iluminación utilizada depende del propósito artístico del autor. Podemos hablar de diferentes tipos de iluminación en relación a esto:

5.2.4.3.1. *Iluminación estructural*

Se trata de una iluminación que pretende únicamente mostrar el objeto presentado. El objetivo de ésta es resaltar los pequeños detalles que posee el objeto, tales como la textura, contornos, formas, etc.

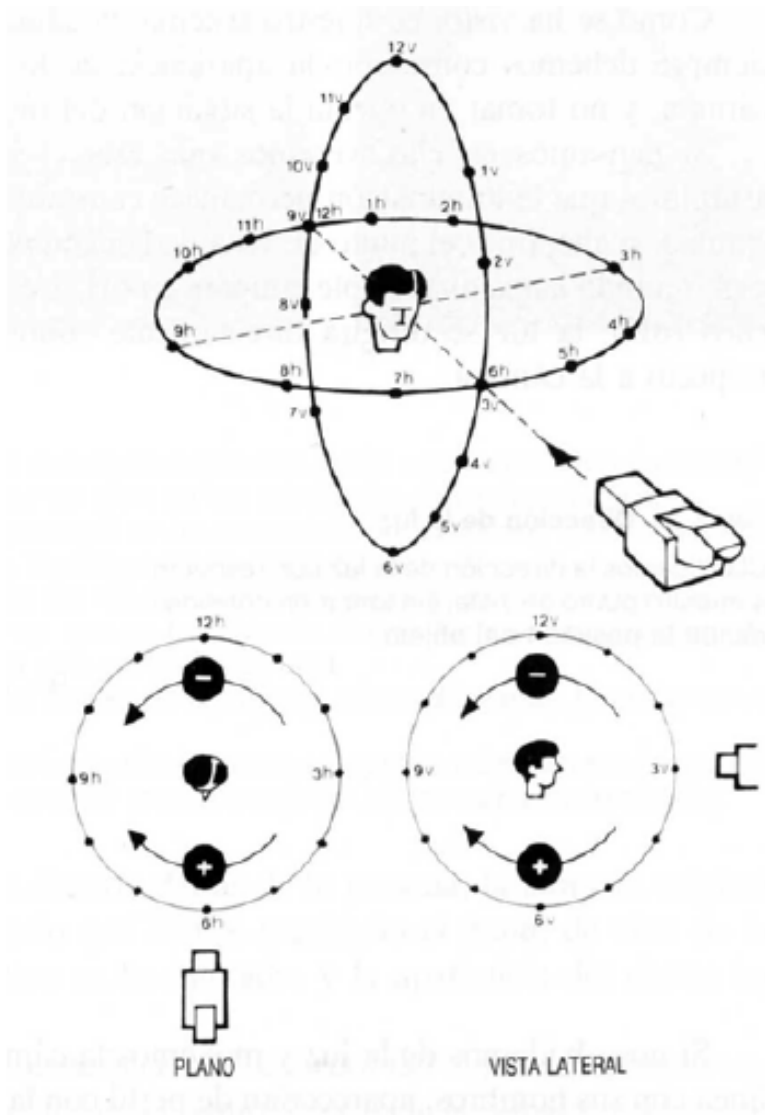
5.2.4.3.2. *Iluminación ambiental*

Es la iluminación que se utiliza sobre todo en situaciones dramáticas, ya que colabora a crear sensaciones emotivas determinadas en el receptor. Dependerá del uso que hagamos de ella que se suavice, se endurezca o se exagere la imagen. Con las sombras podemos sugerir un ambiente más misterioso.

5.2.4.4. *Colocación foco de luz [Wiarllu]*

Tenemos que tener en cuenta que el ángulo o la dirección desde el cual iluminamos el objeto es muy importante, puesto que habrá que tener en cuenta a éste y lo que se pretenda expresar con él.

Resulta difícil calcular el ángulo desde el cual se debe iluminar, puesto que se trata de un espacio tridimensional. Para poder realizar esta tarea un poco más sencilla podemos utilizar un sistema basado en dos esferas de reloj, como podemos ver en la siguiente imagen, de las cuales una indica la posición del foco (horizontal) y la otra la inclinación (vertical).



Sistema basado en dos esferas de reloj.

Podemos hablar de diferentes posiciones del foco de luz (tenemos en cuenta el sistema basado en dos esferas de reloj):

5.2.4.4.1. Según la cámara

Desde el punto de vista de la cámara la importancia no reside en la posición del objeto en sí, sino en el punto de vista desde el cual va a ser filmado. Si el punto de vista de la cámara cambia, la iluminación cambiará de acuerdo con esta nueva perspectiva de la cámara.

Iluminación frontal

Al situar el foco de luz muy cerca de la cámara (6H/3V, respecto al sistema basado en dos esferas de reloj), el objeto recibirá la luz frontalmente quedando totalmente iluminado, y su sombra caerá justo detrás de este, por tanto no se verá. Con este tipo de iluminación, el objeto es plano, no hay modelado, no conseguiremos apreciar los contornos de la superficie, ni la textura, ni las irregularidades.

Como inconveniente de este tipo de iluminación podemos destacar, siendo las superficies muy reflectantes, que la luz rebotará directamente a la lente de la cámara. Además si

intentamos utilizar este sistema para hacer desaparecer las irregularidades de un rostro, conseguiremos deslumbrar a la persona en cuestión.

Formando ángulo con el foco de luz

Al producir un desplazamiento del foco de luz respecto a la cámara en la dirección que sea, la percepción del objeto se verá alterada, ligeramente en el caso de resultar simétrico, y rotundamente en el caso de ser irregular.

Cuanto más aumentemos el ángulo entre el foco y la cámara, la parte del objeto que quede más alejada del foco se verá desfavorecida. Además, se formarán sombras junto a los abultamientos y salientes. También podemos destacar que las texturas se harán cada vez más prominentes a medida que el ángulo se haga más grande.

Luz lateral, iluminación de bordes

Si situamos el foco de luz en uno de los laterales del objeto, formando un ángulo recto con el punto de vista de la cámara, y la superficie que mira hacia la cámara (6H, respecto al sistema basado en dos esferas de reloj) será completamente lisa, no quedando iluminada.

En el caso de que la superficie estuviera saliente, estos se iluminarían intensamente. Al utilizar este tipo de iluminación de manera consciente para resaltar las texturas, la solemos denominar “iluminación de contornos”.

Contraluz

Este tipo de iluminación consiste en situar el foco de iluminación detrás del objeto (12H/9V), quedando oculto y completamente enfrentado a la cámara. Los efectos de iluminación pueden ser diferentes dependiendo del material del objeto.

Si se trata de un objeto sólido, la luz resaltará los bordes. Siendo un objeto translúcido, podremos ver los detalles de su superficie destacando más. Por último, si el objeto es transparente, la cámara enfocará directamente al foco de luz.

5.2.4.4.2. Según inclinación del foco

Si bien hemos estado hablando de la posición del foco de luz alrededor del objeto, ahora nos referiremos a la inclinación que toma ese foco independientemente de la posición que ocupe.

Podemos hablar de diferentes opciones. Si situamos el foco de luz sobre, o junto la cámara, la sombra se proyectará sobre el fondo de detrás del objeto, y el tamaño de dicha sombra dependerá de la distancia fondo-objeto. La iluminación frontal a nivel (6H) deslumbrará a las personas. La iluminación a nivel no produce un efecto óptimo, por eso la mayoría de los focos de luz se sitúan por encima de la cámara, independientemente de cual sea su posición respecto al objeto.

La percepción del objeto será diferente en función de la posición del foco de luz alrededor del objeto, tal y como hemos comentado anteriormente. También influirá en esta percepción la inclinación de dicho foco, dando como resultado el crecimiento de las sombras hacia abajo a medida que va subiendo el foco de luz.

Si situamos la iluminación justo encima del objeto (12H), se acentuarán los contornos y las texturas. Esto no resulta especialmente atractivo a no ser que lo que se pretenda sea aislar el objeto de un contexto determinado. De la misma manera, situar el foco de luz por debajo del nivel de la cámara hace que las sombras crezcan hacia arriba proyectándose sobre el fondo. Este efecto puede resultar muy interesante para conseguir unos efectos determinados, especialmente para situaciones dramáticas. Con frecuencia estos efectos resultan un tanto extraños e inadecuados en situaciones normales.

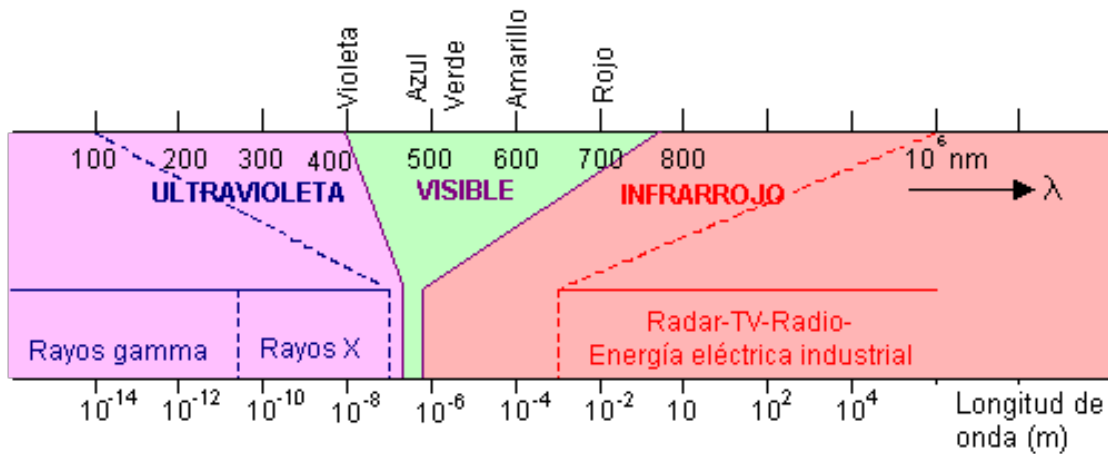
5.2.4.5. Tipos de Lámparas

5.2.4.5.1. Incandescentes

Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de generar luz a partir de la energía eléctrica. Su principio de funcionamiento es simple, se pasa una corriente eléctrica por un filamento hasta que este alcanza una temperatura tan alta que emite radiaciones visibles por el ojo humano [WedLI].

Incandescencia [WedLI]

Todos los cuerpos calientes emiten energía en forma de radiación electromagnética. Mientras más alta sea su temperatura mayor será la energía emitida y la porción del espectro electromagnético ocupado por las radiaciones emitidas. Si el cuerpo pasa la temperatura de incandescencia una buena parte de estas radiaciones caerán en la zona visible del espectro y obtendremos luz.



Espectro electromagnético.

La incandescencia la podemos obtener de dos maneras diferentes. La primera de ellas es por combustión de alguna sustancia, ya sea sólida, como por ejemplo una antorcha de madera, de manera líquida (lámpara de aceite) o bien gaseosa (lámparas de gas).

La segunda es pasando una corriente eléctrica a través de un hilo conductor muy delgado como ocurre en las bombillas corrientes. De ambas maneras obtenemos luz y calor (bien calentando las moléculas del aire o por radiaciones infrarrojas). En general los rendimientos de este tipo de lámparas son bajos debido a que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor.



Rendimiento de una lámpara incandescente.

La producción de luz mediante la incandescencia tiene, por otra parte, otra ventaja adicional, y es que la luz emitida contiene todas las longitudes de onda que forman la luz visible o, dicho de otra manera, su espectro de emisiones es continuo. De esta manera se garantiza una buena reproducción de los colores de los objetos iluminados.

Características de una lámpara incandescente [WedLI]

Existen varios parámetros que sirven para definir las características de una lámpara, tales como aquellos que nos informan sobre la calidad de la reproducción de los colores y los parámetros de duración de las lámparas, a si como, las características fotométricas tales como la intensidad luminosa, el flujo luminoso y el rendimiento o eficiencia.

Características cromáticas

A la hora de describir las cualidades cromáticas de las fuentes de luz hemos de considerar dos aspectos importantes. Por una parte se trata sobre el color que presenta la fuente, y por otra parte, describe cómo son reproducidos los colores de los objetos iluminados por esta. Para evaluarlos utilizamos dos parámetros:

Temperatura de color

Hace referencia al color de la fuente luminosa. Su valor coincide con la temperatura a la que un cuerpo negro tiene una apariencia de color similar a la de la fuente considerada. Esto se debe a que sus espectros electromagnéticos respectivos tienen una distribución espectral similar.

Es importante aclarar que los conceptos de temperatura de color y temperatura de filamento son diferentes y no tienen porque coincidir sus valores.

Rendimiento de color medido con el IRC

Hace referencia a cómo se ven los colores de los objetos iluminados. Sabemos que los objetos iluminados por un fluorescente no se ven del mismo tono que aquellos iluminados por bombillas. En el primer caso destacan más los tonos azules mientras que en el segundo lo hacen los rojos. Esto es debido a que la luz emitida por cada una de estas lámparas tiene un alto porcentaje de radiaciones monocromáticas de color azul o rojo.



Efecto de la luz coloreada sobre el color de los objetos.

Para establecer el rendimiento en color utilizamos el *índice de rendimiento de color (IRC)* que compara la reproducción de una muestra de colores normalizada iluminada con nuestra fuente con la reproducción de la misma muestra iluminada con una fuente patrón de referencia.

Tipos [WisTL]

Convencionales

Presentan una envoltura transparente dentro de la cual se encuentra un filamento de tungsteno y un gas inerte (argón o nitrógeno) que cuando se calienta el filamento el gas actuará como un retardante de la evaporización del filamento, evitando así el ennegrecimiento de la ampolla. Existen potencias entre 25 y 20.000 W y su temperatura de color oscila entre 2800 y 3400 Kº.

Photoflood

Son una luz abierta que se presentan con un cuerpo esférico y que soportan una sobrecarga de 4 voltios y así logran un rendimiento luminoso alto, y una temperatura de color entre 3200 a 3400 Kº. La desventaja es que es una lámpara de vida útil muy corta, de entre 3 a 6 horas.

Luz concentrada

Presentan un formato cónico similar a un embudo con envolturas de vidrio despejadas en sus caras internas para una efectiva concentración. Se denominan PAR y se encuentran en potencias de hasta 100w. Su temperatura de color oscila entre 3200 y 3400 Kº.

Halógenas

Fue una lámpara revolucionaria en 1961, alejada del vidrio como envoltura y del gas argón o nitrógeno para retardar el consumo del filamento. Las nuevas lámparas hicieron uso del cuarzo y del yodo permitiendo una constancia en la temperatura de color reduciendo enormemente las dimensiones y el peso de las lámparas.

5.2.4.5.2. *No incandescentes*

La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos y dependiendo del gas contenido en la lámpara y la presión a la que este sometido se obtienen diferentes tipos de lámparas [WisTL]:

Fluorescentes

Es una luminaria que cuenta con una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial. Su gran ventaja frente a otro tipo de lámparas es su eficiencia energética.

Está formada por un tubo fino de vidrio revestido interiormente con diversas sustancias químicas compuestas llamadas fósforos, aunque generalmente no contienen el elemento químico fósforo. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento hecho de tungsteno, que al calentarse al rojo contribuye a la ionización de los gases [WwkLF].

La iluminación es particularmente inadecuada para grabar a altas velocidades puesto que la luz no tiene espectro continuo y no se le puede atribuir una temperatura de color como la producida [WisTL].

De arco de carbono [WisTL]

Lámpara muy utilizada para los proyectores de las salas de cine, puesto que producen gran cantidad de luz ajustable y utilizan un proyector de arco de carbón de alta intensidad 150 amp y 2256 amp. Están fabricadas para dar una luz parecida a la luz diurna como la de tungsteno.

LED [WwkLL]

La lámpara de LED es una lámpara de estado sólido que usa LED's (Diodos emisores de Luz) como fuente luminosa. Debido a que la luz capaz de emitir un LED no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las demás lámparas existentes, como las incandescentes o las fluorescentes compactas, las lámparas de LED están compuestas por agrupaciones de LED, en mayor o menos número, según la intensidad luminosa deseada.

Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de LED deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA estándar. Los LED se dañan a altas temperaturas, por lo que las lámparas de LED tienen elementos de gestión del calor, tales como disipadores y aletas de refrigeración.

Metal Halógenas (HMI) [WisTL]

Pertencen a las lámparas de descarga, aunque su espectro no es continuo poseen un transformador o balasto electrónico que simula el flujo de corriente alterna eliminando el parpadeo al momento de grabar con cámaras de cine o vídeo.

Poseen una eficiencia de 3 a 4 veces mayor que las incandescentes halógenas y poseen un espectro de luz muy semejante a la luz diurna con una temperatura de color de 4500° K a 6500° K. Potencias entre 200-12000 W y un consumo de 220-380 voltios dependiendo de la potencia.

5.2.4.6. Según su encapsulado [WisTL]

5.2.4.6.1. *Fresnel*

Tipo de lámpara que tiene una lente convexa en la parte frontal que permite enfocar o ampliar la luz emitida. Tiene el mismo efecto que una lupa. Si se aleja del punto de emisión de la luz, concentra la irradiación de la lámpara hasta llegar un círculo pequeño, mientras que si se acerca al punto de emisión, se amplía el ángulo de radiación de la luz.

5.2.4.6.2. *Open face*

Lámparas que no poseen lentes en el frente pero en su interior disponen de un reflector parabólico movable que permite cambiar el foco parabólico cerrando o abriendo el ángulo de irradiación de la luz. No es tan eficiente como las lámparas Fresnel.

5.2.4.6.3. *Soft Light*

Tipo de lámpara que no tiene elementos movibles internamente. Internamente posee un reflector o rebotador lo cual hace que la luz proyectada no sea tan dura y de un efecto de luz difusa.

5.2.4.7. Consideraciones [Wiarllu]

La iluminación es un aspecto clave, y como tal, se debe hacer un uso apropiado de ésta para conseguir los efectos deseados. Hay que tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Es necesario adecuar la intensidad de la luz al medio que se utilice y la apertura de la lente, ya que sino es así la imagen pierde calidad.
- El contraste en la iluminación debe ser el adecuado a los efectos que se pretendan conseguir.
- Deben iluminarse de igual modo las diferentes perspectivas desde las cuales pueda filmarse un objeto, ya que sino éste puede ver desfavorecida alguna de sus partes debido a una incorrecta iluminación.
- Una adecuada iluminación favorece la sensación de profundidad.
- Es importante escoger correctamente el tipo de iluminación para provocar sensación de realismo y naturalidad.
- La iluminación debe adecuarse al contexto en el cual se desarrolla la acción, es estipulado en el guión.
- La iluminación repercute sobre la percepción que el espectador obtiene del objeto.
- Una iluminación fuera de control puede provocar distracciones en el espectador, pues pueden aparecer sombras injustificadas.

Existen diferentes opciones que nos ofrece la iluminación:

- **Resaltar vs. Ocultar:** la iluminación puede servir tanto para resaltar detalles imperceptibles (formas, texturas), como ocultar aquellos que no interesen.
- **Graduación de la iluminación:** en función de la intensidad de la luz, se conseguirá una figura más plana o con mayor sensación de volumen.
- **Distancia/Color/Tamaño:** la iluminación puede modificar la distancia, el color y el tamaño de un objeto en función del uso que se haga de ella.

- **Espectador:** las diferentes características que posee la iluminación puede provocar que el espectador experimente determinadas sensaciones. Así como marcar la direccionalidad de la mirada espectadora.
- **Ambiente:** la iluminación puede jugar un papel muy importante en la creación de diferentes ambientes.
- **Contexto:** la iluminación sugiere el contexto espacio-temporal (hora del día, estación del año, condiciones meteorológicas, etc.).
- **Aislamiento:** la iluminación puede dar mayor o menor protagonismo a determinados elementos. Del mismo modo puede generar sensación de unidad entre diferentes objetos.
- **Movimiento visual:** la iluminación puede provocar movimiento visual.

5.3. ¿Qué es en la práctica?

¿Qué sería de la teoría sin la práctica? Pues, a fin de cuentas, nada. La teoría sin la práctica es algo lógico, comúnmente con sentido, la narración de una idea o un pensamiento, o incluso una creencia, que es planteada como cierta y que acabamos por creer por pura lógica.

La práctica, por el contrario, o acompañando a la teoría, es la materialización de aquellas ideas, de aquellos planteamientos lógicos. Qué se le puede decir a un ingeniero sin la práctica, prácticamente nada.

Los proyectos audiovisuales, tal y como hemos dicho anteriormente, son totalmente diferentes en la teoría que en la práctica. Bien es verdad que en este caso, la teoría es el guión lógico que hemos planteado para acometer y plasmar las ideas planteadas en la práctica, en nuestro producto audiovisual final. Pero sería solamente eso, un guión lógico, y es por eso, por lo que necesita de la práctica. Sin desmerecer a la teoría, un proyecto audiovisual sin práctica es un proyecto a medias, medio vacío por no decir vacío.

A continuación, describimos parte por parte, tal y como hemos podido leer en la práctica, los procesos llevados a cabo a la hora de desarrollar nuestro proyecto audiovisual, nuestro vídeo. Explicando, para ello, cada parte y lo utilizado en cada una de ellas.

5.3.1. Preproducción

A la hora de la realización de este proyecto audiovisual, de este vídeo, se han tenido en cuenta su envergadura, los recursos disponibles, tanto materiales como de software, así como del propio personal involucrado para el desarrollo del vídeo. Es decir, si bien se podrían haber desarrollado todas y cada una de las partes descritas en la parte teórica de la preproducción, hemos optado por reducir algunas de ellas en vista de la dimensión del proyecto.

En nuestro caso, hemos centrado nuestra preproducción en las técnicas (*Time-Lapse*, *HDR* y *3D Bumblebee*) descritas en capítulos anteriores. Se ha tenido en cuenta que se quería desarrollar el vídeo utilizando estas técnicas y es sobre la manera de utilizarlas sobre lo que ha girado el desarrollo del vídeo.

Para empezar, y teniendo en cuenta la infinidad de variantes que puede llegar a tener una idea, se tuvo en cuenta tanto la disponibilidad de material, técnicas y lugares para desarrollar

la idea, quedando claro desde un principio que el desarrollo de la idea estaba limitado principalmente a las localizaciones. Además, había que tener en cuenta que había que aunar un mismo concepto de vídeo con una canción y, lo que es más importante, con las técnicas a desarrollar.

En este apartado de preproducción desarrollamos las partes de la idea describiendo un esquema general y un desarrollo más en profundidad de la propia idea y de la canción en sí. Es importante resaltar que la canción es el eje central de la idea, puesto que la canción se eligió teniendo en cuenta las técnicas que íbamos a desarrollar y posteriormente, sobre la canción, se desarrollo la idea.

A continuación, realizamos la descripción del *storyboard*, de los materiales y los lugares pensados para el desarrollo y por último, se estructura un plan de trabajo en forma de calendario, en donde se desarrollan las tareas previstas para cada día.

5.3.1.1. Esquema

Desarrollamos una idea dividida en tres grandes bloques, juntando, por una parte, el desarrollo en tres partes de la propia canción y por otra parte, la estructura de desarrollo de las técnicas estudiadas que pensamos desarrollar.

Intro:

Realizaremos el modelado de un título de entrada al video, a modo de presentación, con *Cinema 4D*. A estas letras le aplicaremos el plugin de "*Pyrocluster Particles*", así como, pequeños movimientos, luces y una cámara para animar el movimiento.

Se importara de tal manera que sea compatible con *Adobe After Effects*, para su posterior montaje en el video final.

Cuerpo:

El cuerpo de nuestro vídeo incluirá vídeo en 3D, HDR y Time Lapse.

Teniendo en cuenta la reducida movilidad de la cámara *Bumblebee 2*, realizaremos la grabación del video 3D en un espacio medianamente cerrado y con conexión eléctrica. Para ello, hemos pensado realizar la grabación del video 3D en el laboratorio de TV de la UPNA. Además, este laboratorio cuenta con un pequeño plato profesional, con correcta iluminación y croma.

La parte del video 3D contendrá planos cercanos, con los movimientos necesarios para generar la correcta sensación de 3D. Elementos en movimiento y con el correcto uso de la profundidad.

En cuanto al uso de HDR y Time Lapse, se aplicarán estas técnicas en espacio medianamente abiertos, a ser posible. Es decir, paisajes, *travellings* exteriores, etc.

Final:

Diseñaremos un logo que modelaremos en *Cinema 4D* y con el que, posteriormente, haremos un *Tracking* de dicho logo sobre el video final. A este logo le aplicaremos movimiento, luces y sombras.

De la misma manera que con las letras iniciales, este logo se importara de tal manera que sea compatible con *Adobe After Effects*, para su posterior montaje en el video final.

5.3.1.2. Desarrollo

Como bien hemos comentado anteriormente, el desarrollo de nuestro vídeo se basa en el propio desarrollo de la canción, y es por eso que creemos importante desarrollar la canción y su estructura interna antes de plantear el propio *storyboard* del vídeo. Las ideas y planos del *storyboard* están basados en los acontecimiento imaginados tras el estudio del desarrollo de la canción.

Canción: *Delorean – Real Love* (6:06)

0''-38'': [Logo-Inicio]

- 0''-7'': Melodía: zona en negro, fundimos al logo justo con la aparición de la voz.
- Voz normal: 7''-38''.
- Voz repetida, hacemos girar el logo (14''/22''/29'').
- Comienza algo de ritmo, tener en cuenta (16''-38'') y platos 31''.

39''-1:24: [Exterior] *diferenciamos 3 partes (crecimiento-golpe-piano)*

- 39''-53'': Explosiva entrada de ritmo, paisajes en transición, travelling, etc. Nubes moviéndose a ser posible.
- 54''-1:08: Batería-sintetizador, travelling más relajado, menos explosivo.
- 1:09-1:24: Elemento nuevo importante, el piano. ¿Luces cada vez que aparece?, intermitentes si eso.

1:25-2:43: [Interior] *destacamos 4 partes (voz-golpe+voz-crecimiento-estribillo veloz)*

- 1:25-1:40: Voz bastante melódica: tiras que se mueven, se estiran con su voz, juego de movimiento hasta el siguiente punto, un tanto de emoción.
- 1:40-1:55: Palmadas + piano. Manos gigantes que aplauden mientras se mueve lo demás, manos sumadas.
- 1:56-2:12: Tiras anteriores + tiras verticales: más ritmo, más tiras, más movimiento.
- 2:13-2:43: Estribillo: elementos móviles, ruedas que giran, espirales, cosas escritas en ellas, etc.

2:44-3:13: [Interior] *destacamos 2 partes (lejanía, golpe intermitente – voces+piano)*

- 2:44-3': Lejanía, los golpes intermitentes se podrían mostrar con pelotas que caen o se mueven, elementos oscilantes que siguen los golpes.
- 3'-3:13: Golpe rítmico de cambio, voces con vocas superpuestas en diferentes niveles, generando profundidad. Grandes vocas superpuestas con lo demás.

3:13-4': [Interior]

- 3:13-3:29: Tiras que se modelan con su voz melódicamente, se extresan hasta el crecimiento final, el siguiente elemento.

- 3:29-4': Mega estribillo mezclado con piano y ritmo. Locuron final, mezclando, en apoteosis miles de elementos.

4:00-4:45: [Paisaje-Interior]

- 4:00-4:13: Fondo de TimeLapse, paisaje, con nubes a poder ser.. ver moverse las nubes, más melancolía en la imagen. Pajaros, se pueden fundir con el fondo.
- 4:13-4:30: Voz 'grigri' al inicio y después comienzan movimientos oscilatorios.
- 4:30-4:45: Los movimientos se vuelven más rapidos, por la aparición de más voces.

4:45-5': [Paisaje-Interior]

- La ultima cumbre de la canción esta por venir, añadimos un mar en el fondo, a modo de fusión. Mar que aguantara hasta el final. Los elementos oscilatorios han desaparecido.

5:00-5:30: [Fusión Final]

- Es momento de fusionar el último paisaje con los elementos de interior en donde pondremos el objeto final trackeado.
- Hasta 5:30 todos los elementos de la canción están en pleno crecimiento, al igual que los nuestros en la escena. En 5:30 los elementos de la escena deben estar en movimiento absoluto.

5:30-6:00: [Final, Logo]

- Crearemos el logo en Cinema 4D.
- Trackearemos la escena en SynthEyes.
- Incorporaremos y animaremos el logo en Cinema 4D.
- Lo exportaremos para su posterior uso en Adobe After Effects.

6:00-6:10:

- Realizaremos un Fade Out de la canción a si como una fusión final a negro de la escena para finalizar.

5.3.1.3. Materiales

A continuación, describiremos cada uno de los elementos necesarios para realizar correctamente la grabación de nuestro vídeo:

1. Cámara de Vídeo 3D *Bumblebee 2* (se tendrá en cuenta los horarios en los cuales se encuentre disponible, hablándolo previamente con la otra persona que utiliza esta cámara). *Después de hablar con la otra persona que dispone de la cámara, estará disponible las dos semanas necesarias.*
2. Cable de conexión cámara-PCI.
3. CPU habilitada con la PCI que permite el funcionamiento de la *Bumblebee 2*, y que se encuentra en estos momentos en el laboratorio del edificio de los Tejos.
4. Pantalla, teclado y ratón, con el que manejar y controlar el funcionamiento de nuestra *Bumblebee2*.
5. Cables de alimentación para la CPU y pantalla. La *Bumblebee2* se alimenta a través de su propio cable y el ratón y el teclado a través de la CPU.
6. Sistema de iluminación propio del laboratorio de TV.
7. Soporte para la correcta colocación de la cámara, a si como del material necesario para su correcto funcionamiento (CPU, PCI, Pantalla y ratón anteriormente mencionados).

8. Material de decorado:
 - a. Cartón.
 - b. Tiras de tela de colores.
 - c. Hilo de pescar/pita.
 - d. Cúter.
 - e. Un palo de escoba.
 - f. Pintura apropiada para el cartón.
 - g. Anilla de metal.
 - h. Pelotas de plástico ó globos pequeños de no encontrar pelotas.
9. Postproducción:
 - a. Ordenador.
 - b. USB 16 GB (propio).
 - c. *Cinema 4D*.
 - d. *SynthEyes*.
 - e. *Adobe After Effects (CS6)*.
 - f. *Adobe Premiere Pro (CS6)*.

5.3.1.4. Storyboard

Una vez planteada la estructura de nuestro vídeo, así como de haber evaluado la propia canción, es momento de hacer hincapié en el propio desarrollo del vídeo con más detalle. Para ello, se ha desarrollado el siguiente *storyboard*.

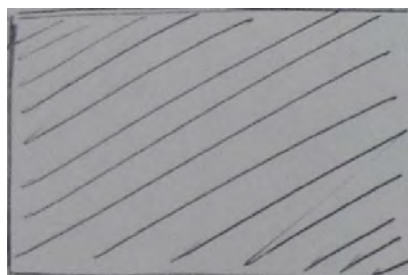
El *storyboard*, como la idea, esta dividido en tres grandes grupos. Sigue la estructura original de subdivisión por escenas y por cada escena se ha descrito el tiempo, siempre estimado, las transiciones a las siguientes escenas, así como una pequeña idea visual de ayuda de cada escena.

El vídeo tiene una duración de 6'06", duración de la canción, y está estructurado en 3 partes: una introducción en donde podremos ver el primer modelado con Cinema 4D, una estructura central en donde desarrollaremos todas las grabaciones realizadas y una zona final en donde incluiremos el modelado 2.

INTRODUCCIÓN:

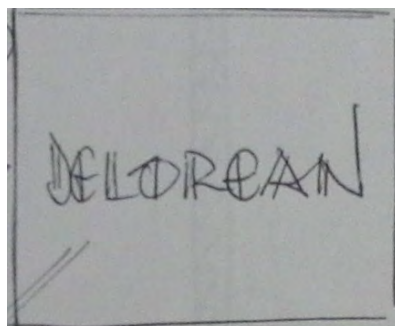
ESCENA 1: Intro

- 6 segundos previos de negro.
- Transición al siguiente mediante fundido.
- Música: canción 0:00 – 0:06



ESCENA 2: Delorean

- 15 segundos de animación.
- Transición a la siguiente mediante corte.
- Música: canción 0:06 – 0:21
- Modelado de la animación mediante Cinema 4D, utilización de plugin "Pyrocluster Particles".



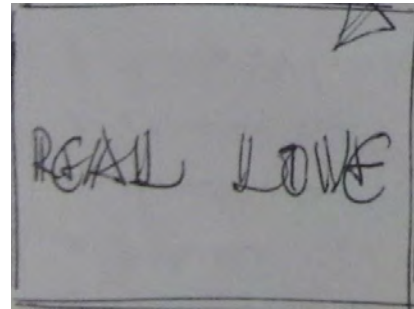
Modelado 1:

Se animará la palabra 'Delorean' mediante el programa 'Cinema 4D'. Se van a modelar con un material de reflexión Fresnel, transparencia y luz especular para conseguir una textura acristalada.

Se van a generar 3 cavidades dentro de las letras, en donde se van a introducir las partículas. Se animaran y se generaran las partículas utilizando el plugin para Cinema 4D de 'Pyrocluster Particles'. Para realizar la animación utilizaremos un movimiento tanto de cámara como del propio objeto. Además, le añadiremos puntos de luz a la escena.

ESCENA 3: Real Love

- 15" de animación.
- Transición al siguiente mediante fundido.
- Musica: canción 0:21 – 0:37
- Modelado de la animación mediante Cinema 4D, utilización de plugin "Pyrocluster Particles".



Segunda palabra animada dentro del Modelado 1. Animaremos en este caso 'Real Love' de la misma manera que hemos animado la escena anterior. Fresnel, transparencia y luz especular. 3 Cavidades, Pyrocluster Particles, cámara y luces.

CUERPO:

Es la parte central del vídeo y en donde aplicaremos las técnicas investigadas anteriormente: Time Lapse, HDR, Cámara 3D Bumblebee y Animación.

ESCENA 4:

Con la primera explosión de la canción el inicio será más rápido, para ir relentizándose al final. Time lapse de 14", 0:39 – 0:53.

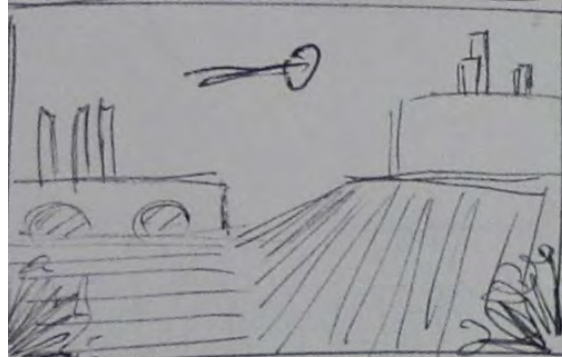


- *Primera parte:* los colores de la toma estarán sin modificar: 6". 0:39 – 0:45.
- *Segunda parte:* en esta parte más ralentizada: 8". 0:45 – 0:53. Invertiremos los colores en postproducción.

- Utilización del primer *Time-Lapse (Bumblebee2)*, y de *After Effects* para invertir los colores.

ESCENA 5:

Time lapse de 14'', 0:54 – 1:08. Una única toma, en la ventana mirando a la derecha, podremos diferenciar diferentes profundidades.



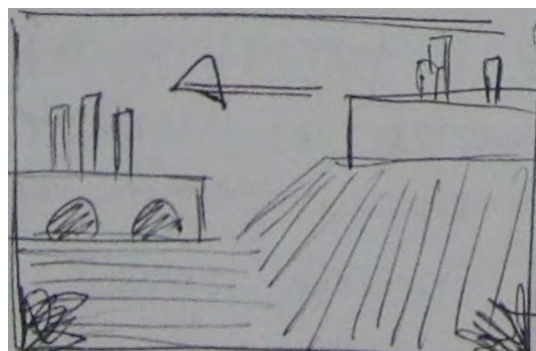
- *Primera parte:* toma de timelapse en la cual no pasa nada, duración 6''. 0:54 – 1:00.
- *Segunda parte:* continua el time lapse anterior durante 8'' más, pero durante estos 8'' aparecerán fusionados elementos brillantes en la escena. 1:00 – 1:08.

Elementos brillantes: se grabaran 15'' de croma en el laboratorio con luces intermitentes con las que generaremos esta sensación de luces brillantes. Después en postproducción aplicaremos el vídeo de time lapse sobre la croma.

Las luces se editan, duplican y se animan mediante *After Effects* antes de ser montadas sobre el croma, con el que fusionaremos la escena.

ESCENA 6:

Aplicaremos el time lapse utilizado anteriormente pero en dirección invertida. 1:09 – 1:24. Grabaremos en un croma, como antes, luces intensas con cada batido de piano, que añadiremos en postproducción al time lapse. Duración 15''.



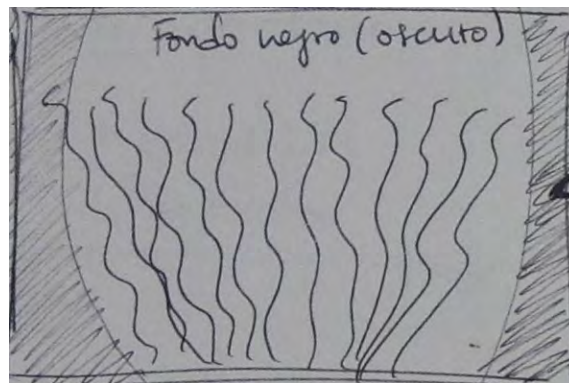
Las luces se editan, duplican y se animan mediante *After Effects* antes de ser montadas sobre el croma, con el que fusionaremos la escena.

Desde ahora, 1:25, hasta el minuto 4:00 todo será interior, grabado en el laboratorio de TV. Las siguientes escenas tendrán poca iluminación, sobre todo en los laterales. Centraremos la

imagen y la acción en el centro. El objetivo es crear una sensación de profundidad mediante las distancias y el movimiento. En las siguientes escenas la estructura va a ser la misma, modificando únicamente los elementos que aparezcan, todos ellos dependiendo de la música y su desarrollo.

ESCENA 7:

Él está cantando normal, hasta que hay un momento en el cual mantiene una letra, las telas se moverán aleatoriamente pero se estirarán cuando él mantenga esa letra. Es importante el movimiento de las telas para la sensación de profundidad. 1:24 – 1:40. Duración 15". Telas moviéndose de 1:25 – 1:31, se estiran de 1:31 – 1:34 y se vuelven a mover de 1:34 – 1:40.



Dispondremos las tiras de tela de colores en unos palos de madera, los cuales colgaremos de las barras de hierro situadas en el techo del laboratorio. Sujetaremos las tiras de tela mediante cuerdas que utilizaremos para mover las tiras de tela y darles el movimiento.

ESCENA 8:

Escenas de las palmadas. Palmas de manos construidas en cartón que aplaudirán continuamente sobre el mismo fondo de la escena anterior. Se animarán las palmadas para que den palmadas a la vez que las que suenan en la canción. Duración 15", 1:40 – 1:55.



Las palmas estarán dibujadas en cartón, que cortaremos y pintaremos de negro posteriormente. Para pintarlas utilizaremos pintura al agua y para recortarlas el cúter.

ESCENA 9:

Desaparecerán las palmas y añadiremos más elementos puesto que crece la intensidad. Además, no solo le añadiremos más elementos, si no que jugaremos con las luces, poniendo luces intermitentemente le daremos intensidad. Duración 16", 1:56 – 2:12. La intensidad crece hasta el estribillo, el paso a la siguiente escena se realizara mediante fundido.



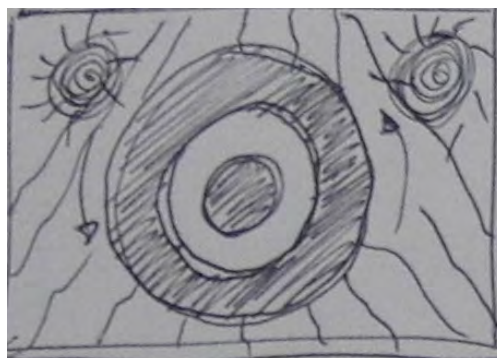
El juego de luces lo realizaremos grabando un único foco intermitente y duplicándolo y animándolo posteriormente con *After Effects*.

ESCENA 10:

Crearemos unos círculos giratorios que haremos girar representando el movimiento del estribillo sobre la canción. El fondo, con un movimiento de telas y juego de luces, le dara a la escena mayor sensación de movimiento. Los círculos estarán creado con carton y pintados con pintura al agua.

Las formas giratorias junto con el estribillo, que es más rápido, otorga esa sensación de velocidad, las formas giratorias en cierta manera también dan sensación de profundidad y sensación de 3D a la escena.

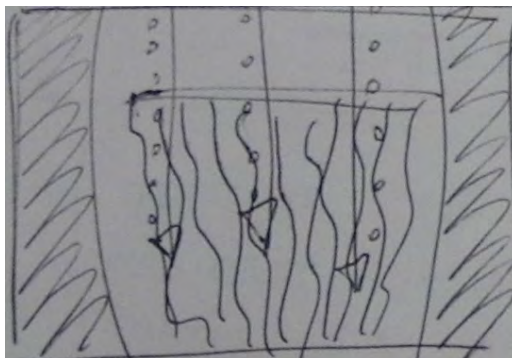
Duración 31", 2:12 – 2:43, los movimientos y la velocidad tienen que ser elevados al final, justo antes de la calma del minuto 2:43.



ESCENA 11:

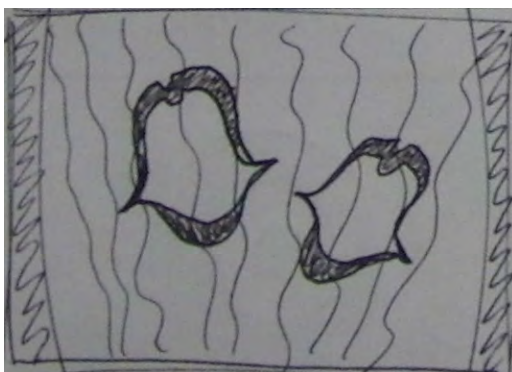
Una vez en la calma, este trozo 2:43 – 3:00 es idéntico. Duración 17". Habrá movimiento de las telas y además incorporaremos un juego con unas pelotas. Durante este trozo hay unos golpes decrecientes en la canción que representaremos dejando caer unas bolas.

Puesto que la caída es continuada, se grabara una sola vez, de corta duración y después se copiara y pegara las veces necesarias en postproducción. Antes del minuto 3:00 suena 8 veces.



ESCENA 12:

Después del juego con las pelotas se suma a la escena una voz, en la canción aparece una voz. Esta la representaremos con dos bocas realizadas a carton, una será más grande que la otra. Atandolas con cuerdas al sistema de hierros del laboratorio las haremos oscilar, consiguiendo ese ir y venir de las voces y jugando con la profundidad y la sensación 3D de la escena. El escenario es el mismo que en la escena 11, sustituyendo las bolas por las bocas. Duración de 13", 3:00 – 3:13.

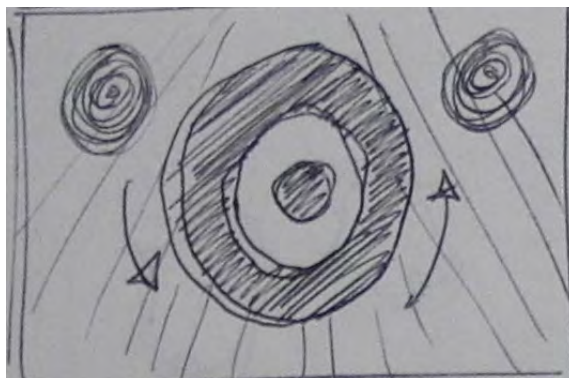


Las bocas estarán pintadas sobre carton, recortadas con el cúter y pintadas posteriormente utilizando la pintura al agua. Utilizaremos los colores rojo, negro y blanco.

ESCENA 13:

Al igual que en la escena 10, en donde representamos el estribillo de la canción, desde 3:13 – 4:00 volveremos a representar el estribillo. Misma situación de velocidad, giros y sensación de acción. El estribillo es rápido, nuestra imagen también.

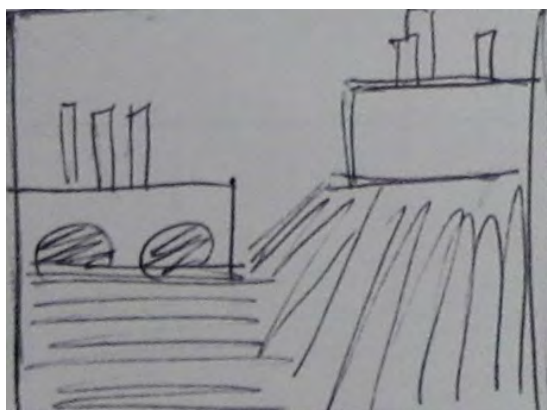
Es importante, casi más que en la escena 10, generar sensación de velocidad antes de la caída final en el minuto 4:00. La transición al paisaje se realizara mediante fundido. Duración de la escena 47''.



A partir de esta escena entramos en la zona final de la canción. Hay una zona de calma, que representaremos con paisajes y time lapse para pasar y acabar con material y escenas de interior. En estas escenas finales es donde incluiremos nuestro elemento de Cinema 4D final.

ESCENA 14:

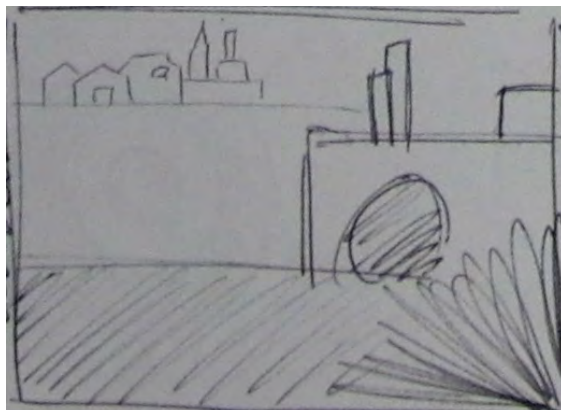
Utilizando el time lapse de la escena 5 vamos a expresar la calma a la que llega la canción. Tenemos en cuenta que aparecen unos sonidos como de pájaros en la canción, los cuales vamos a representar mediante unos pájaros de cartón, unos 2 ó 3. Vamos a superponer los pájaros con el time lapse utilizando croma para ello. La escena durara 13''. 4:00 – 4:13.



Los pajaros se dibujaran en carton y los recortaremos utilizando el cutter. Posteriormente los sujetaremos de los hierros situados en el techo del laboratorio mediante la pita y los grabaremos sobre el croma. Pondremos el *Time-Lapse* de fondo y los pajaros por encima, sustituyendo el *Time-Lapse* al croma.

ESCENA 15:

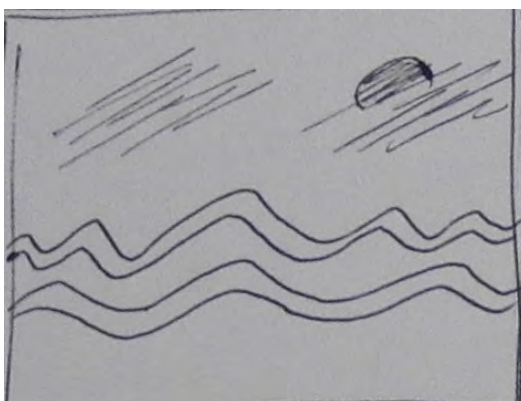
Desde el 4:13 la canción comienza a subir otra vez, y aprovechando esta velocidad en al canción vamos a coger el timelapse de la escena y lo vamos a volver a usar 'mareandolo' un poco. Es decir, jugando con la velocidad normal y la invertida + la fusión de las telas vamos a recrear un mix de velocidad creciente. Para utilizar las telas las grabaremos con croma y después superpondremos el vídeo. 41'' de duración, 4:13 – 5:00.



ESCENA 16:

En el 5:00 de la canción vuelve a arrancar por última vez el ritmo. Con el time lapse de la escena 5 de fondo superpondremos un mar en la parte baja de la escena. Tendrá dos capas que se moverán como el movimiento del mar. Grabaremos las escenas con el mar por separado en croma y después superpondremos el vídeo en la parte de atrás.

Fusión con el final: la escena va a transcurrir normal hasta la fusión con la siguiente escena. Haremos un fundido final con la siguiente escena. Duración de 30'', de 5:00 – 5:30.



ESCENA 17:

Escena final, totalmente de interior. Se va a mantener el mar y añadiremos las telas de fondo para generar movimiento. Jugarémos con las luces. Es importante darle al mar un movimiento continuado puesto que es aquí donde vamos a incrustar nuestro último elemento de Cinema 4D. Duración 36'', 5:30 – 6:06.



FINAL:

Como acabamos de comentar, realizaremos el modelado de un elemento 3D en Cinema 4D, un logo, que trackearemos en el vídeo para que siga el movimiento de las olas.

Trackearemos la escena final con “SynthEyes”, exportándolo de manera que la podamos utilizar en Cinema 4D. Una vez creado el logo, abriremos la escena trackeada e insertaremos el logo en ella.

Asignaremos el logo al movimiento deseado, le incluiremos sombras y luces para hacerlo más realista. Exportaremos la escena de tal manera que podamos compatibilizarlo con Adobe After Effects.



ESCENA EXTRA:

Después del minuto 6'06" se acaba la canción, y el vídeo propiamente dicho. Pondremos 5 segundos de negro al final, en donde aparecerá mi nombre y debajo 'Delorean – Real Love' Justo antes de acabar, fundido final a negro total.

5.3.1.5. Lugares de grabación

Teniendo en cuenta las posibilidades de movimiento que nuestra cámara en 3D, *Bumblebee 2*, nos permite, hemos decidido realizar las grabaciones en dos lugares diferentes:

Laboratorio de TV:

El laboratorio de TV, situado en la parte baja del aula de la universidad, es un plato profesional de televisión. Dispone de alimentación necesaria, así como de luces suficientes para iluminar correctamente nuestra grabación. Además, disponemos de un croma 'verde' que podremos utilizar para todas aquellas grabaciones que posteriormente vayamos a necesitar.

- *Medidas:* 30 m² (6 x 5 m)
- *Iluminación* puntual y difusa.
- *Material:* vigas de hierro en donde sujetar nuestro decorado, croma, iluminación, trípode para la cámara, soporte para el ordenador y alimentación necesaria.
- *Disponibilidad:* El laboratorio de TV esta disponible todas las mañanas desde el día 1 de agosto, previo aviso a los responsables del mismo.



Imagen de la parte delantera del laboratorio. Iluminación frontal y croma.

Exterior:

Para realizar las grabaciones de los *Time-Lapse's*, a si como de los paisajes necesarios, será obligatorio realizar grabaciones en el exterior. Para ello, tendremos que tener en cuenta que vamos a necesitar una toma de corriente en donde enchufaremos nuestro sistema de grabación.

Se ha pensado realizar tomas del exterior a través de las ventanas del laboratorio. Dispondremos de dos localizaciones diferentes al exterior para ello.

5.3.1.6. Plan de trabajo

A continuación describiremos el plan de trabajo propuesto para la realización del vídeo a modo de calendario, especificando el trabajo a realizar día a día:

1. 30 Julio	31	1 Agosto. Entrega Storyboard final. <i>Quedar Mikel.</i>	2. Plantear estructura iluminación.	3. MEMORIA. Hablar Gorka iluminación.	4. MEMORIA. Material.	5. MEMORIA. Material.
6. Preparación. Preparación estructuras iluminación. Terminar material si hace falta.	7. Preparación. Preparar toda la estructura necesaria para la cámara. Terminar material.	8. Preparación. Terminar material si hace falta.	9. Preparación. Lo que sea necesario.	10. Preparación. Lo que sea necesario.	11. MEMORIA.	12. MEMORIA.
13. Grabación. <i>TimeLapse 1.</i> Mirar meteorología.	14. Grabación. <i>TimeLapse 2.</i> Mirar meteorología.	15. Grabación. Interior 1. Grabación solo escenas interior.	16. Grabación. Interior 2. Grabación escenas croma mix exterior.	17. Grabación. Interior 3. Extra, por si no tiempo suficiente antes. Edición Cinema 4D	18. Edición Cinema 4D.	19. Edición Cinema 4D.
20. Postproducción. Montaje final vídeo. Fotografía.	21. Postproducción. Cerrar vídeo.	22. Postproducción. Terminar si queda algo.	23. Cerrar Memoria.	24. DVD final.	25	26

Semana 30-5: Terminar Storyboard y estructura iluminación. Hablar con Gorka y plantear montaje. Memoria.

Semana 6-12: Preparación de todo el material, iluminación y estructuras de grabación. Avanzar mucho en Memoria(s).

Semana 13-19: Realizar la grabación de todo lo necesario. TimeLapse + Interior. Crear Intro+Final Cinema 4D.

Semana 20-26: Realizar la postproducción de todo el material. Fotografía. Cerrar memoria y DVD final vídeo.

5.3.2. Producción

En la parte teórica hemos descrito que la producción, o rodaje, es la puesta en práctica de todas las ideas desarrolladas en la fase de preproducción. En este apartado vamos a desarrollar dos grandes elementos, por una parte, la disposición de los elementos necesarios para el rodaje y por otra parte, el desarrollo del mismo.

Para ello, y teniendo en cuenta las dimensiones de nuestro proyecto, hemos de destacar que el equipo técnico es singular, mi persona, con la excepción de la iluminación y la disposición adecuada del laboratorio de TV, en el cual formaron parte el equipo de trabajo del laboratorio, especialmente Gorka Larralde.

Describiremos a continuación los elementos desarrollados en la producción/rodaje del vídeo:

5.3.2.1. Disposición de los elementos

La cámara utilizada, *Bumblebee2* de *Point Grey*, resulta una cámara un tanto singular, en el sentido de su alimentación y disposición a la hora de realizar y almacenar las grabaciones. Por una parte, necesita de conexión a su propia tarjeta PCI, que previamente hay que instalar en un ordenador, y por lo tanto, necesita de un ordenador, una pantalla, un teclado y un ratón para su correcto funcionamiento.

En nuestro caso, preparamos un armario (que se encontraba en el laboratorio de TV) a modo de *rack* en donde apilar tanto la CPU del ordenador, como la pantalla, teclado y ratón. En las siguientes imágenes podemos ver la disposición de los elementos descritos. La cámara, va conectada a la CPU mediante un cable Firewire, por donde obtiene también la alimentación.



Situación del ordenador en el armario.



Conexión y situación del ordenador y la cámara en el laboratorio de TV.

Para realizar las capturas de vídeo utilizamos el software propio de la cámara, el *'FlyCapture'*, en modo compresión. El modo compresión utiliza el códec *'Cinepak'*, que permite una codificación de los datos con un nivel de compresión muy elevado.

Por poner un ejemplo, sin compresión, la *Bumblebee* almacena 8 segundos de vídeo en 1 gb de tamaño, mientras que si utilizamos *'Cinepak'* conseguimos una compresión superior a 10x, por ejemplo, 20 segundos de vídeo con compresión ocupan alrededor de 160 mb.

En cuanto a la disposición del 'escenario' propiamente dicho, tuvimos en cuenta el reducido espacio que nos permite el laboratorio de TV, tanto para la disposiciones de los materiales de *atrezzo* como para la colocación de estos en relación al croma y su correcta iluminación. En las siguientes imagenes podemos ver, en la parte superior, las barras metálicas sobre las cuales situamos algunos elementos del decorado, el croma y el reducido espacio disponible.



Situación del croma y espacio para el decorado.



Situación de las barras en donde situamos los elementos del decorado.



Situación vertical del decorado.

5.3.2.2. Plan de desarrollo

A la hora de desarrollar el plan de trabajo marcado en la preproducción tuvimos en cuenta la duración de los días y la volatilidad de la memoria humana y desarrollamos un plan de desarrollo de producción.

Tenemos que destacar que la semana de preparación se redujo más de lo previsto, adelantando con ello los días de grabación. Además, hay que destacar que los días de grabación no se alargaron, por lo tanto, al no alargarse en duración y solamente en disposición, se redujo el tiempo estipulado en ese sentido.

Por otra parte, y teniendo en cuenta los procesos necesarios para su correcta realización, los días y horarios relacionados a la creación de los *Time-Lapse* y el *HDR* si que sufrieron ciertas variaciones.

La realización de los *Time-Lapses* se adelantó una semana puesto que al tener el laboratorio disponibilidad solamente por la mañana, se aprovechó esta situación para dedicar un día entero a la realización de estos, quedando libre la cámara en el laboratorio para las demás grabaciones en los sucesivos días.

Nos parece importante destacar algunos de los problemas a la hora de realizar los *Time-Lapse*. Para empezar, hay que destacar la imposibilidad técnica que conlleva el uso de una cámara de vídeo no del todo apropiada para el caso, a la hora de realizar una toma de imágenes espaciadas en el tiempo. Además, es importante puntualizar la inexistencia de un disparador automático para o en la cámara.

El hecho de no disponer de un disparador automático en la propia cámara hizo plantearse dos cuestiones principales. Por una parte, se preguntó a la propia casa *Point Grey*,

desarrolladora de la cámara, de la posibilidad de un disparador automático. A lo que la propia casa contesto que la única manera de conectar y utilizar un disparador automático era mediante la configuración, tanto de hardware (mediante el trigger disponible en la cámara) como de software de un disparador automático externo, previa compra.

La segunda cuestión versaba sobre si uno mismo podía ser el disparador. Hay que tener en cuenta la temática del propio *Time-Lapse* a la hora de plantearse esta cuestión. Tenemos que tener en cuenta que nuestros Time-Lapses son sobre el movimiento de las nubes, en la imagen inferior podemos ver nuestro caso, en un cielo monótono en tonalidades y con una carretera y aceras con poca circulación, es decir, la precisión de toma de fotografías espaciadas en el tiempo es reducida, o no al menos tanto como lo pueden llegar a requerir otro tipo de *Time-Lapses*.



Una captura de nuestro Time-Lapse.

Teniendo en cuenta esto, decidimos ser nosotros mismos los disparadores y ejecutar y almacenar las fotografías cada x segundos. Para la realización de las fotografías estipulamos la siguiente regla:

Duración del evento = 1 hora (3600 segundos)

Duración requerida por cada Time-Lapse = 24 segundos

25 fotogramas por segundo * 24 segundos del clip = 600 imágenes necesarias

3600 segundos del evento / 600 imágenes = 6 segundos entre imagen

Es decir, durante una hora, estuvimos disparando y almacenando (con correcta numeración de cada imagen) las 600 imágenes necesarias para la realización de nuestros Time-Lapses.

En cuanto a la realización del HDR tenemos que destacar dos sucesos importantes. Por una parte, y teniendo en cuenta lo investigado en la parte anteriormente mencionada sobre la cámara, la opción que en teoría disponía la cámara para la realización de HDR no se encontraba disponible. Es decir, en el software genérico de Point Grey destinado a todos los modelos de *Bumblebee* si que aparecen las correspondientes opciones y pestañas sobre HDR, pero en nuestro caso, y posterior investigación y tras preguntar al servicio técnico, quedo asegurado que nuestro modelo de *Bumblebee* no soportaba las opciones de HDR.

Por otra parte, y según estipula tanto las especificaciones técnicas de la cámara como el equipo técnico de Point Grey, la cámara realiza la toma de fotografías en formato *.raw*, a 16 bit en este caso. Tras varios días de pruebas, preguntas al servicio técnico y descarga de una infinidad de programas de edición fotográficos, nos dimos cuenta que no podíamos abrir las fotografías en formato *.raw* tomadas con la *Bumblebee* a menos que programásemos la *Bumblebee* internamente para tal caso, modificando valores de las cartas internas de colores.

Teniendo en cuenta estas dos importantes incidencias decidimos realizar el procesado individual de las imágenes de los *Time-Lapse*, realizando al final un *pseudoHDR* que fusionaríamos en los *HDR Time-Lapse* finales. A continuación podemos ver las diferentes exposiciones y el resultado del *pseudoHDR*:



Diferentes exposiciones y HDR final.

Como hemos podido ver en la imagen superior, procesamos cada una de las fotografías adquiridas con la *Bumblebee* mediante *Adobe Photoshop*, modificando sus exposiciones y fusionándolas en una imagen *pseudoHDR* final mediante la opción '*Combinar para HDR Pro*' que dispone *Photoshop* para este tipo de procesados.

En cuanto al decorado y la disposición de las telas y objetos colgantes, tal y como hemos explicado anteriormente, dispusimos todo colgando de las barras de hierro del propio laboratorio, mediante cuerdas y pita. A continuación podemos ver la disposición de algunos elementos:



Situación de las telas sujetas al techo.



Colocación mediante pita de las bocas.



Sujeción de los pajaros sobre el croma.



Disposición del mar sobre el croma.



Sujeción de la rueda mobil sobre el cromado.

A continuación podemos ver el calendario en donde queda reflejado el plan de trabajo en la práctica, es decir, en el calendario que podemos ver a continuación detallamos cada una de las cosas realizadas en cada día:

30 Julio	31	1 Agosto. Entrega Storyboard final. <i>Quedar Mikel.</i>	2. Plantear estructura Iluminación.	3. MEMORIA. Hablar Gorka Iluminación.	4. MEMORIA. Material!!	5. MEMORIA. Material!!
6. Preparación. Preparación estructuras iluminación.√ Material.√	7. Preparación. Realizamos Pruebas de Time Lapse. Uno por la mañana y otro por la tarde.√ Preparamos Material √	8. Preparación. Terminamos con el material. √ Pruebas con la cámara en el laboratorio. Problemas para ver y velocidad de vídeos. Problema resultado, compresión Bai.	9. Montaje y Grabación. Montaje y grabación de elementos de croma necesario.	10. Montaje y Grabación. Montaje y grabación de elementos necesarios.	11. Edición fotográfica del TimeLapse HDR 01.	12. Edición fotográfica del TimeLapse HDR 01.
13. Edición fotográfica del TimeLapse HDR 02.	14. Edición fotográfica del TimeLapse HDR 02.	15. Montaje total del vídeo.	16. Montaje total del vídeo. Repaso de calendario, vídeo y material.	17. Grabación. Interior extra.	18. Edición Cinema 4D.	19. Edición Cinema 4D.
20. Cinema 4D render. Terminar memorias.	21. Cinema 4D. Quedamos con Mikel. Desarrollo de la memoria.	22. Cinema 4D. Desarrollo de la memoria.	23. Cinema 4D y Adobe Premiere. Desarrollo de la memoria.	24. Cerrar memoria y vídeo.	25	26

Semana 30-5: Terminar Storyboard y estructura iluminación. Hablar con Gorka y plantear montaje. Memoria. Material.

Semana 6-12: Preparación de todo el material, iluminación y estructuras de grabación. Grabación y edición fotográfica.

Semana 13-19: Edición fotográfica. Montaje del vídeo. Cinema 4D

Semana 20-26: Cinema 4D. Postproducción. Cerrar memoria.

5.3.3. Postproducción

En el ámbito audiovisual, tal y como hemos comentado teóricamente, la postproducción se identifica como el trabajo de integración en un único soporte que llevamos a cabo a partir de una materia compuesta por imágenes, sonidos, textos, etc.

Si lo resumimos de manera más práctica podríamos decir que el proceso de postproducción es el último proceso en donde vamos a terminar por juntar y/o manipular, de ser necesario, los elementos que hayamos grabado en el rodaje, en la producción, para obtener al final nuestro proyecto audiovisual. Es decir, después de construir todas las partes, es el apartado final en el cual vamos a terminar por unirlos.

En nuestro caso, y teniendo en cuenta que hemos utilizado más de un programa de postproducción, cada uno de ellos con un objetivo claro y diferenciado, vamos a pasar a explicar que es y en que consisten los elementos más importantes utilizados, que se han visto involucrados, a la hora de realizar el vídeo. Cuales de todas las características que los conforman hemos puesto en práctica.

Posteriormente, explicaremos detalladamente como hemos puesto en práctica estos elementos sobre nuestras partes del vídeo.

5.3.3.1. Cinema 4D [WwkC4D]

Cinema 4D es un software de creación de gráficos y animación 3D desarrollado originalmente para 'Commodore Amiga' por la compañía alemana 'Maxon'. Permite el modelado (primitivas, splines, polígonos, etc.), texturización y animación. Sus principales virtudes son una muy alta velocidad de renderización y la modularidad.

5.3.3.1.1. Módulos

Partiendo de una versión básica de Cinema 4D pueden añadirse módulos especializados independientes en función de las necesidades del proyecto a realizar, tales como:

Advanced Render

Iluminación global, cáusticas (envolvente de los rayos de luz reflejados o refractados por una superficie curva u objeto, o proyección de esa envolvente de rayos en otra superficie), oclusión de ambiente, profundidad de campo y otros efectos fotorealistas, generador de cielos volumétricos. Este módulo, desde la versión 2.6, contiene también **Pyrocluster**, una herramienta de generación de partículas complejas, llamadas volumétricas, como humo, polvo, llamas, vapor, etc.

Una de las cualidades más interesantes es que permite realizar renderizados que se pueden guardar en diferentes formatos, tales como JPG, BMP, TIFF, etc. Incluso es posible almacenar archivos PSD con capas, con lo que es posible obtener capas individuales para la edición de sombras, color, brillo, etc y trabajar directamente en Adobe Photoshop, por ejemplo.

Además, es posible renderizar vídeos en HD y en formatos AVI, Quick Time Vídeo y Quick Time VR. Al realizar un renderizado de una animación, esta se almacena frame por frame, permitiéndonos extraer una foto de la película sin pérdida de calidad.

Dynamics

Permite la gestión de la gravedad y de los efectos físicos.

Mocca

Permite la animación esquelética de personajes y aplicar controladores IK (Inverse Kinematics²¹) y FK (Forward Kinematics²²) a personajes u objetos. Este módulo contiene también 'Clothilde', una herramienta de simulación de tela.

Hair

Permite la creación de cabello, pelo y plumas con animación secundaria automática, así como simulación física.

Thinking Particles

Permite la gestión avanzada de partículas (de manera que pueden reaccionar ante estímulos como la colisión entre ellas mismas o volúmenes en la escena).

MoGraph

Permite efectos de animación complejos y la clonación de objetos modulares.

5.3.3.1.2. *Uso de Cinema 4D*

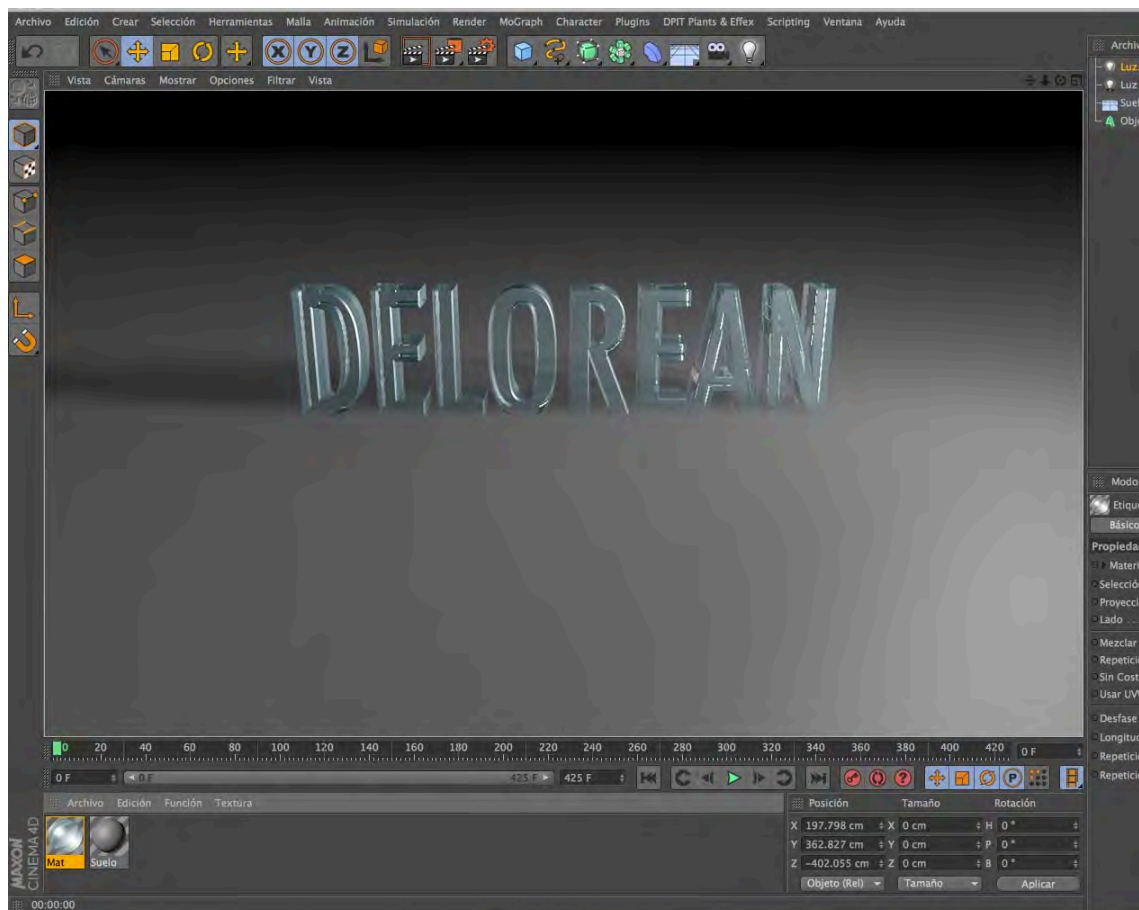
A la hora de desarrollar el guión propuesto, detallamos que haríamos uso de *Cinema 4D* tanto al inicio del vídeo como al final. Al inicio del vídeo generaríamos unas animaciones de letras mediante *Cinema 4D*, utilizando para ello un *plugin* especial de creación de partículas denominado 'Pyrocluster Particles'.

Al final, por el contrario, diseñaríamos un logo mediante *Cinema 4D* que aplicaríamos sobre un vídeo previamente *trackeado* con *SynthEyes*, y el que recibiría el movimiento del vídeo *trackeado*.

Para generar las animaciones hemos seguido tres pasos importantes. Primero, hemos modelado unas letras y les hemos aplicado diferentes características de transparencias, luminosidades, brillos y reflexiones para que su apariencia fuese la más parecida a la apariencia de unas letras de cristal. A continuación podemos ver el resultado:

²¹*Inverse Kinematics*: hace referencia al uso de las ecuaciones de la cinemática de un robot para determinar los parámetros conjuntos que proporcionan una posición deseada del efector [WwkIK].

²²*Forward Kinematics*: hace referencia al uso de las ecuaciones cinemáticas de un robot para calcular la posición del efector final de los valores específicos para los parámetros conjuntos [WwkFK].



Letras modeladas de tal manera que parezcan de cristal.

Una vez realizado esto, hemos copiado hasta 2 veces más las letras y las hemos escalado de tal manera que cada copia sucesiva queda dentro de la copia superior, una dentro de la otra. Hemos realizado esto para que a la hora de generar los emisores de partículas y los reflectores, las partículas queden totalmente encerradas en las letras, moviéndose dentro de ellas y no por el exterior.

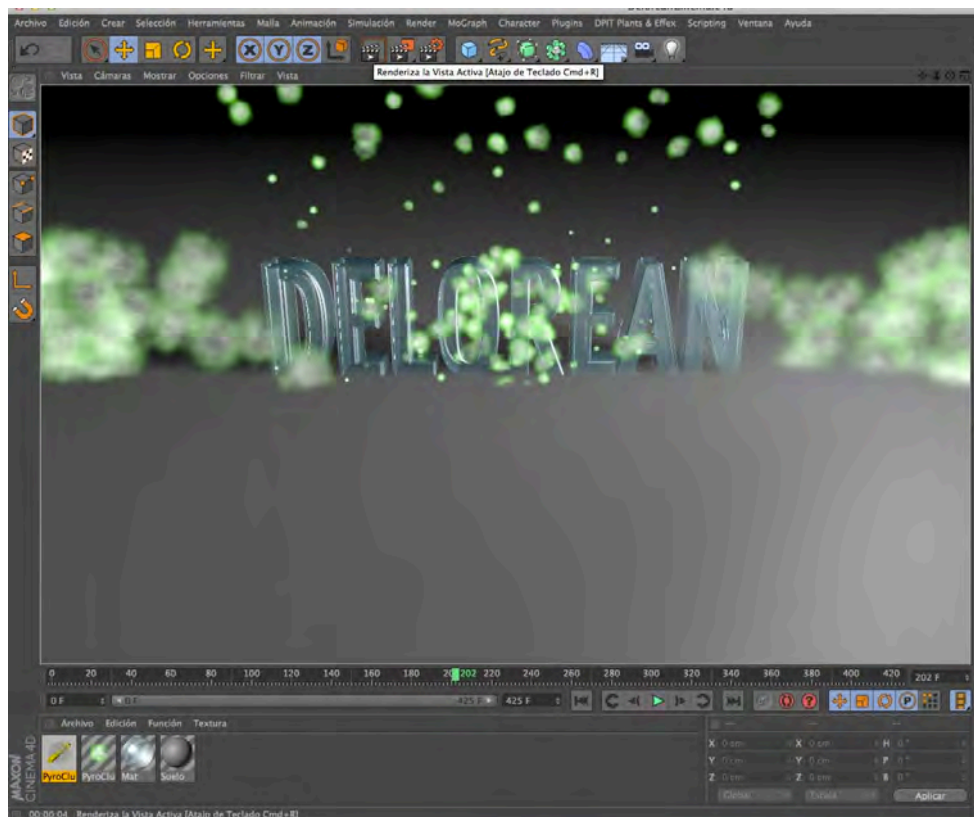
El segundo paso es generar los emisores y los reflectores. Todavía no estamos utilizando el *plugin* de las partículas, puesto que los emisores, si bien emiten partículas, no son las mismas partículas que emiten al aplicarles la forma de 'Pyrocluster' del *plugin*. Hay que puntualizar que, si bien hemos creado los emisores y los reflectores para que estas partículas se materialicen como nosotros queremos y en el *render* de la imagen, cojan, por decirlo de alguna manera, forma, si que será necesario el *plugin*.

Crearemos 4 emisores y 4 reflectores, situándolos a modo de caja, encerrando las letras en ellos, y generando de esta manera que los emisores emitan en dirección a las letras y que los reflectores reflejen estas emisiones y, al hacer efecto de caja, no se salgan las partículas de 'la caja', tal y como podemos ver en la siguiente imagen:



Partículas que no salen de las propias letras.

Si no hemos colocado los reflectores, el movimiento de las partículas sería como el de la siguiente figura, a cualquier lado y en cualquier dirección:



Partículas que salen del emisor libremente.

Una vez realizado esto, generaremos el cuerpo y la forma de las partículas en sí, utilizando para ello el *plugin 'Pyrocluster Particles'*, con el que conseguiremos crear un material en forma de humo, dándole el color y la estructura, luminosidad, velocidad, reflexión, etc. que queramos. En nuestro caso, como podemos ver en la imagen anterior, es humo verde para las letras de 'DELOREAN', mientras que es rojo para 'REAL LOVE'.

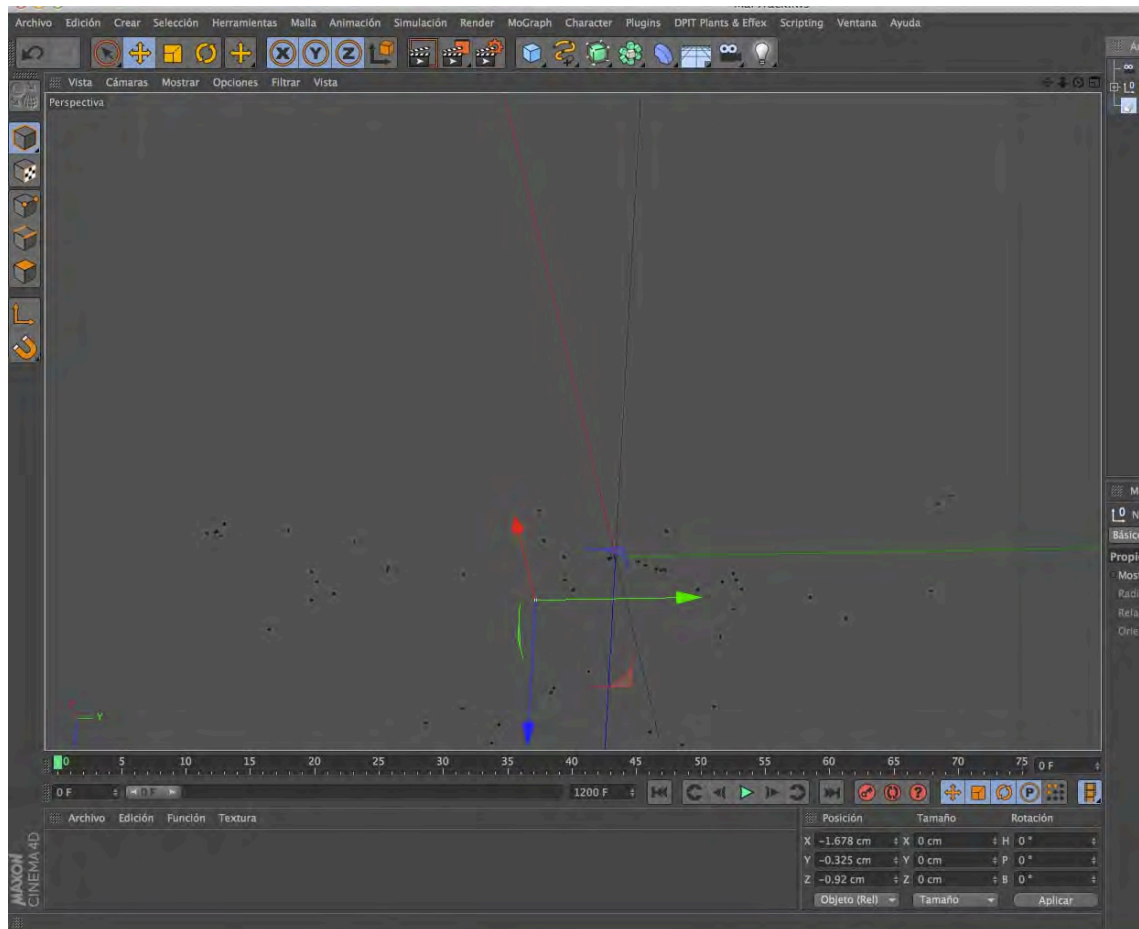
Por último, para animar estas letras, hemos utilizado una cámara que moveremos durante los 425 frames establecidos en la animación y el propio movimiento aplicado a las letras. Para realizar esto nos servimos de los '*Keyframes*' o fotogramas clave, es decir, son fotogramas que almacenan información de posición, rotación, forma, etc. de un elemento o de una cámara en el instante que se lo hayamos determinado. Esto se realiza porque al generar dos keyframes en frames diferentes, con forma, posición, rotación etc diferentes del objeto en sí, entre ambos frames diferentes, el propio programa generara la animación al tener que ir modificando los diferentes parámetros a lo largo de la estructura temporal establecida entre ambos frames.

Una vez generada la animación deseada no nos queda más que renderizar la escena, es decir, pasar la animación y los diferentes parámetros de todos los elementos modelizados al formato que hayamos establecido.

En nuestro caso, el formato establecido es una película Quicktime PAL DV de 720 x 576, con una media de renderizado por fotograma de 30 minutos.

Para la parte final del vídeo, en donde animaremos un logo previamente creado en *Cinema 4D* (logo creado con simples letras propias del programa), una vez *trackeado* el vídeo en donde aplicaremos el movimiento del logo pasaremos a exportar los puntos de *trackeo* del vídeo a *Cinema 4D* (explicación de los puntos de *trackeo* en el apartado 5.3.3.2.2. *SynthEyes Practico*).

Una vez exportados los puntos y el eje de coordenadas podremos ver una estructura plana, solamente con los puntos y el eje, como podemos ver en la siguiente imagen:



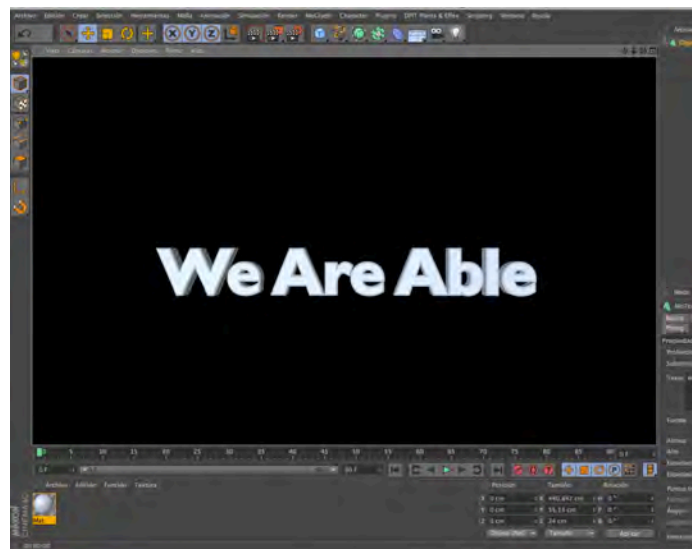
Puntos y eje exportados a Cinema 4D.

Lo siguiente que realizaremos será crear un nuevo material en el cual aplicaremos nuestro trozo de vídeo. Y posteriormente, crearemos un fondo debajo de todos los puntos *trackeados* al cual le aplicaremos nuestro nuevo material, es decir, nuestro vídeo. Por decirlo de alguna manera, hemos separado cada uno de los puntos importantes de movimiento del vídeo mediante *SynthEyes*, aplicaremos nuestro vídeo por separado por debajo y finalmente montaremos nuestro logo sobre las coordenadas establecidas aplicándole la animación que queramos.



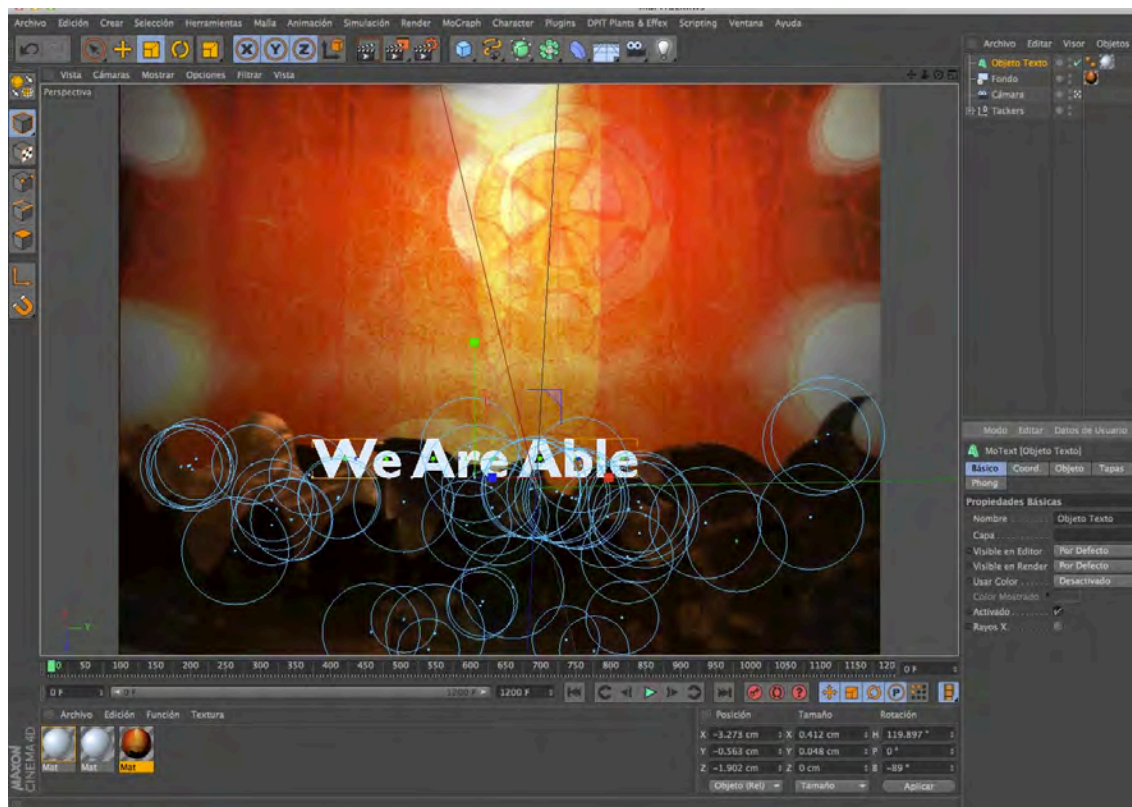
Nuestro vídeo es parte de un nuevo material y es el material de nuestro fondo.

Una vez que hemos establecido la base sobre la cual aplicaremos el logo, pasaremos a aplicar el logo en sí. Para ello hemos creado un logo muy simple con las letras 'We Are Able', que tiene el siguiente aspecto:



Logo creado en Cinema 4D.

Una vez hemos escalado y situado el logo en la posición que nos interesa, solamente tenemos que coger el cursor de la barra del tiempo y comprobar que efectivamente el logo sigue el movimiento de los puntos trackeados y sobre las coordenadas establecidas. En nuestro caso, el logo encima del 'mar' tiene el siguiente aspecto (los círculos de la imagen representan los puntos trackeados):



Situación en los puntos de nuestro logo.

Los puntos de coordenadas establecidos en SynthEyes son la base XYZ sobre la cual se moverá nuestro logo. Dependiendo del movimiento de los puntos de la base, nuestro logo se moverá de una u otra manera.

Por último, y como hemos realizado para la animación del inicio, debemos de renderizar el vídeo para poder añadirlo a la composición, al vídeo, final.

5.3.3.2. SynthEye

SynthEyes es un programa para ordenador de *trackeo*²³ y estabilización de la cámara que permite un elevado rendimiento y una gran cantidad de características. Las últimas versiones de *SynthEyes* incluyen un sistema de extracción de texturas para la reconstrucción y la generación de laminas limpias.

SynthEyes es utilizado, entre otras cosas, para la inserción de criaturas animadas, fijación de tomas movidas, extensión de decorado virtual, producción estereoscópica en 3D, vistas previas de arquitectura, reconstrucción de accidentes, colocación de productos virtuales, la captura de cara y cuerpo, etc [WssSE].

²³*Tracking*: ó rastreo, que utilizan los programas de seguimiento (de movimiento), en donde se establecen puntos específicos de la imagen que posteriormente serán interpretados por un algoritmo de seguimiento capaz de seguir este desplazamiento a través de varios fotogramas [WwkTr].

5.3.3.2.1. Características [WssSEF]

Syntheyes ofrece una completa gama de características, incluyendo el seguimiento, la reconstrucción de conjunto, la estabilización y la captura de movimiento. Además, se ocupa de la cámara de seguimiento, el seguimiento de objetos, el seguimiento de objetos a partir de mallas de referencia, el seguimiento de múltiples disparos, fotos estereoscópicas, planos nodales estereoscópicos, zooms, lentes de distorsión, etc.

Podemos manejar imágenes de cualquier resolución DV, HD, cine, IMAX, con 8, 16 o 32 bits. El preprocesador de la imagen ayuda a eliminar el granulado, los artefactos de compresión de centrar o de las iluminaciones. Las texturas se pueden extraer a partir de una malla de la propia secuencia de imágenes, obteniendo una mayor resolución y menor ruido de cualquier imagen individual.

Syntheyes ofrece alrededor de 25 maneras 2-D de exportaciones diferentes, además de las 3D. Se permite personalizar las exportaciones estándar, o añadir las propias importaciones, exportaciones o herramientas.

Algunas de las características principales de Syntheyes:

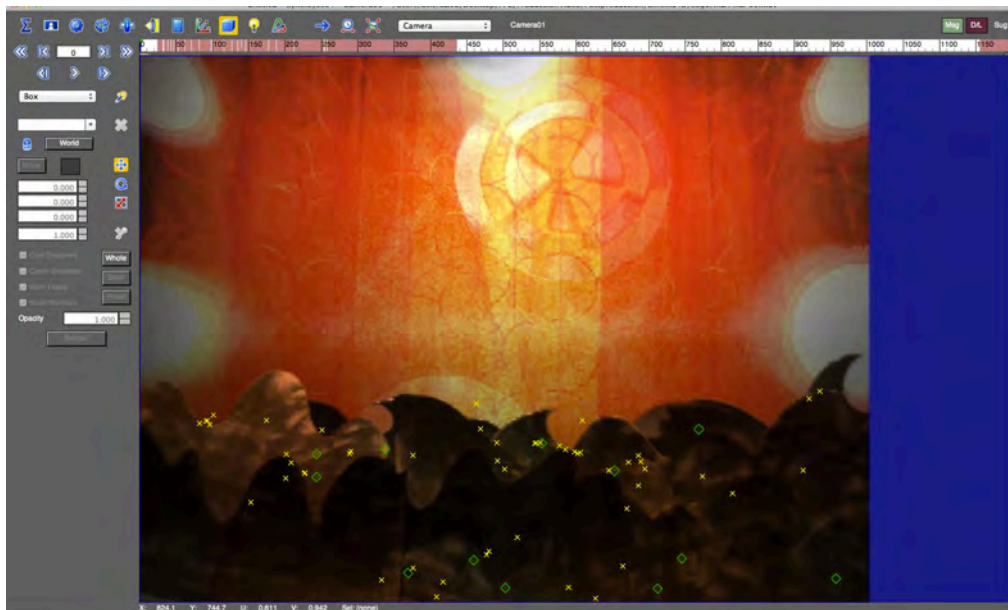
- i. *Tipos de disparo*
- ii. *Preprocesador de Imagen*
- iii. *Separación de objeto*
- iv. *Tracking*
- v. *Solving*
- vi. *Coordinador Instalador del programa*
- vii. *Editor de gráficos*
- viii. *Ventanas de perspectiva*
- ix. *Importar y exportar*
- x. *Secuencias de comandos*
- xi. *Flujo de trabajo y la interfaz de usuario*

5.3.3.2.2. Uso de SynthEyes

Si bien *SynthEyes* es un programa extenso y con el cual se pueden hacer infinidad de cosas, tal y como acabamos de ver, en nuestro caso hemos utilizado un reducido porcentaje de su potencial, pero no por ello de menor valor.

Para poder insertar el logo de la escena final de vídeo y que el dicho logo siga el movimiento del vídeo, en este caso de las olas del mar, hemos tenido que *trackear* el vídeo previamente. Para *trackearlo* hemos utilizado *SynthEyes*, leyendo el vídeo primero y *trackeando* los puntos de interés de manera automática. Si bien es cierto que se puede *trackear* el vídeo de manera manual, en nuestro caso hemos elegido el trackeo automático.

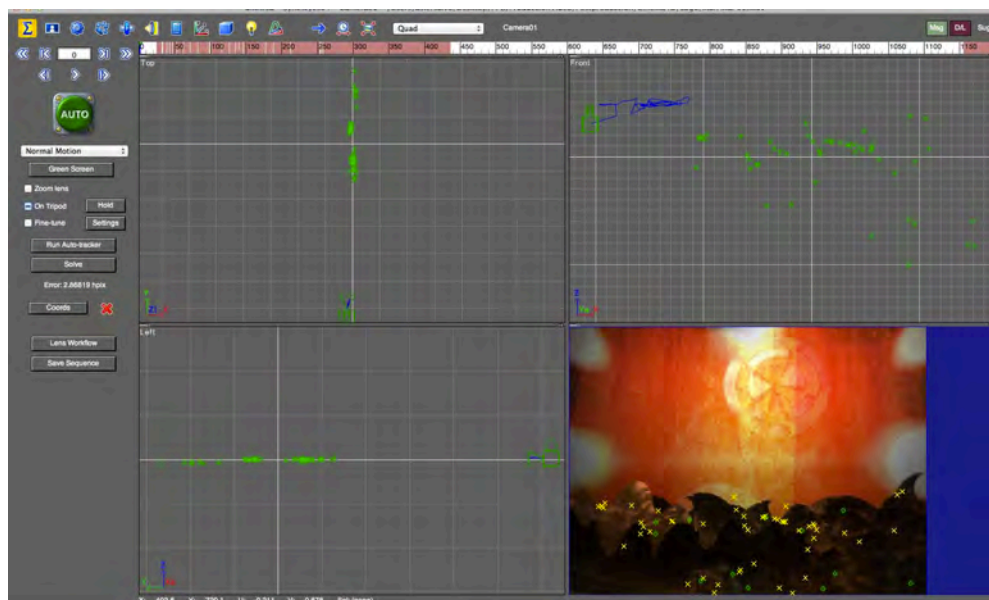
Una vez procesado el vídeo completo, el programa reconoce aquellos puntos de mayor interés durante todo el movimiento producido en el vídeo en el transcurso del mismo. Estos puntos de interés se marcan con unos puntos amarillo y verdes, tal y como podemos ver en la siguiente figura.



Puntos de mayor interés trackeados por SynthEyes.

Después de *trackear* los puntos, debemos ajustar el eje principal de 3 puntos sobre el cual se moverá nuestro logo, es decir, sus coordenadas de base. Para ello seleccionamos 3 puntos característicos de eje, por ejemplo, uno en la izquierda y en su misma horizontal uno a la derecha y finalmente uno mas alejado, de manera que haga de eje Z, de profundidad.

Una vez seleccionada la base, no nos queda más que guarda el archivo como 'Lightwave Scene', un formato compatible con Cinema 4D que almacena los puntos trackeados así como el eje de coordenadas establecido anteriormente. Si por algún casual tenemos problemas a la hora de asignar un eje de coordenadas, siempre nos podemos guiar de las diferentes vistas existentes, como podemos ver en la siguiente imagen.



Diferentes vistas disponibles en SynthEyes.

5.3.3.3. Aplicaciones

Mediante los programas de *Cinema 4D* y *SynthEyes* se utilizarán dos aplicaciones importantes a nivel de software general de última generación. Por una parte, para realizar el tracking de la imagen, que posteriormente utilizaremos para situar el logo en uno de los puntos señalados y ajustando las coordenadas sobre las cuales procesará el movimiento, utilizaremos la utilidad de tracking del *SynthEyes*.

Y por otra parte, para generar las partículas interiores, que bien pueden ser partículas de humo como de fuego, que circularán por las letras del comienzo del vídeo utilizaremos el plugin "*Pyrocluster Particles*". A continuación explicaremos las dos aplicaciones utilizadas:

5.3.3.3.1. *Pyrocluster Particles* [WnPP]

PyroCluster es un sistema de sombreado volumétrico que utiliza partículas para simular el humo, el polvo y otros efectos similares. En combinación con la fuerza de *Thinking Particles* o el sistema de partículas que incorpora *Cinema 4D* por defecto, *PyroCluster* puede crear efectos especiales muy interesantes.

Funciona añadiendo un volumen de procedimiento alrededor de cada partícula. La apariencia del *shader*²⁴ puede manipularse para lograr el número de efectos deseado. Las partículas pueden generarse utilizando el sistema de partículas que incorpora *Cinema 4D* por defecto o el "*Thinking Particles Module*", manipulándose con cualquiera de los controles de partículas para cualquier sistema, incluida la gravedad, el viento, la fricción y el choque.

5.3.3.3.2. *Tracking*

Eye tracking [WwkET]

Seguimiento de ojos (*eye tracking*, en inglés) es el proceso de evaluar, bien el punto donde se fija la mirada (donde estamos mirando), o el movimiento del ojo en relación con la cabeza. Es un proceso utilizado en la investigación de los sistemas visuales, en psicología, en lingüística cognitiva y en diseño de productos.

Match Moving [WwkMM]

Match Moving es una técnica cinematográfica que permite la inserción de gráficos por ordenador en acciones en el propio metraje con la posición correcta, la escala, la orientación y el movimiento relativo de los objetos.

El término es utilizado libremente para describir diferentes métodos de extracción de información del movimiento de la cámara de una imagen en movimiento. La coincidencia con el movimiento está relacionado con el *rotoscoping*²⁵ y la *fotogrametría*²⁶ y se refiere a veces como el seguimiento del movimiento.

²⁴*Shader*: La tecnología *shaders* es cualquier unidad escrita en un lenguaje de sombreado que se puede compilar independientemente. Son utilizados para realizar transformaciones y crear efectos especiales, como por ejemplo iluminación, fuego o niebla [WwkSh].

²⁵*Rotoscopia*: Consiste en dibujar cada cuadro de una animación sobre un film original. Así se transmite al dibujo la naturalidad y secuencialidad de los movimientos, expresiones, luces, sombras y proporciones propias de una filmación [WwkR].

Dentro del proceso podemos encontrar dos procesos: Tracking y Calibración.

Tracking [WwkMM]

El primer paso, y el que realizaremos y nos centraremos, es el de identificar y el de seguir, el del seguimiento. Una característica es un punto específico de la imagen que puede ser utilizado por un algoritmo de seguimiento a través de varios marcos (denominados en SynthEyes 'blips').

A menudo, las funciones se seleccionan porque son brillantes/oscuras manchas, bordes o esquinas en función del algoritmo de seguimiento particular. Los programas más populares utilizan la plantilla en venta sobre la base de *puntuación NCC* y el *error RMS*²⁷.

Lo importante es que cada característica representa un punto específico en la superficie de un objeto real. Como una característica realiza un seguimiento se convierte en una serie de coordenadas bidimensionales que representan la posición de la característica a través de una serie de fotogramas. Esta serie es conocida como pista y una vez creadas las pistas pueden ser utilizadas inmediatamente para el seguimiento del movimiento en 2D o para calcular la información 3D.

5.3.3.4. Adobe After Effects

A continuación describiremos el programa de edición de vídeo y efectos no lineal utilizado en la postproducción del vídeo. Hemos utilizado *Adobe After Effects* para fusionar planos y cromas, duplicar luces y animar tanto luces como objetos.

5.3.3.4.1. ¿Qué es? [WwkAAE]

Adobe After Effects es una aplicación en forma de estudio destinada a la creación o aplicación en una composición (realización de gráficos profesionales en movimiento) de efectos especiales y grafismo de vídeo, que desde sus inicios ha consistido básicamente en la superposición de imágenes.

Adobe After Effects fue originalmente desarrollado por 'Company of Science and Art' en Providence, Rhode Island. La versión 1.0 fue lanzada en enero de 1993 y la 2.1 de 1994 introdujo aceleración para *PowerPC*. *CoSA* y *After Effects* fueron adquiridas por la Corporación *Aldus* en 1993, esta a su vez por *Adobe Systems Incorporated* en 1994 y con ella *After Effects*. La primera versión de Adobe para *After Effects* fue la 3.0.

Una de las ventajas de *Adobe After Effects* es que dispone de una gran cantidad de *plugins* desarrollados por otras compañías que ayudan a aligerar las cargas de trabajo en aplicaciones de efectos.

²⁶*Fotogrametría*: Es una técnica para determinar las propiedades geométricas de los objetos y las situaciones espaciales a partir de imágenes fotográficas [WwkFm].

²⁷*Error RMS*: Media cuadrática, valor cuadrático o RMS, puede calcularse para una serie de valores discretos o para una función de variable continua. El nombre deriva del hecho de que es la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de los valores [WwkRMS].

5.3.3.4.2. Elementos utilizados

Para el desarrollo de nuestro vídeo hemos utilizado, no solo la interfaz básica de *Adobe After Effects* sino que además, nos hemos valido de dos elementos importantes. Si bien uno es utilizado comúnmente el otro no, y es por eso que vamos a explicarlos a continuación:

Keylights [WhaAAI]

Keylight es un *plugin* de fácil instalación para *Adobe After Effects* que permite la incrustación de elementos y objetos encima de secuencias de imágenes y vídeos. Bien por incrustación por luminancia, por croma o por diferencia.

La incrustación define la transparencia utilizando un valor de color concreto o un valor de luminosidad en una imagen. Al eliminar un valor, todos los píxeles que tienen valores de color o luminancia parecidos a ese valor se vuelven transparentes.

La incrustación permite reemplazar fácilmente un fondo, lo que es especialmente útil para trabajar con objetos demasiado complejos, para ocultarlo fácilmente. Al colocar una capa incrustada sobre otra, el resultado forma un compuesto en el cual el fondo es visible siempre y cuando la primera capa incrustada sea transparente.

La técnica de eliminar un fondo de un color uniforme se suele denominar pantalla azul o pantalla verde (nuestro caso) aunque no es necesario utilizar azul o verde, se puede utilizar cualquier color sólido para el fondo. Las pantallas en rojo se suelen utilizar para filmar objetos como, por ejemplo, modelos de coche en miniaturas o naves espaciales, etc. Otros términos comunes para este tipo de incrustación son incrustación de color e incrustación de croma.

La incrustación de diferencias funciona de modo diferente a la incrustación de color. La incrustación de diferencias define la transparencia en relación a una imagen de fondo con una línea de base determinada. En lugar de eliminar una pantalla de un solo color, puede eliminar un fondo arbitrariamente. Para utilizar una incrustación de diferencia, se debe tener como mínimo un fotograma que solo contenga el fondo; los demás fotogramas se compararán con este y los píxeles de fondo se volverán transparentes dejando los objetos del fondo. El ruido, el granulado y otras ligeras variaciones pueden dificultar en gran medida el uso en la práctica de la incrustación de diferencia.

Línea de tiempo y keyframes

De la misma manera que el panel 'Composición' esta disponible al iniciar *Adobe After Effects*, el panel de la línea de tiempo también lo esta, con la diferencia que no mostrará ningún contenido hasta que no creamos ninguna composición.

La función principal de la línea de tiempo es proporcionar la capacidad de controlar las relaciones temporales entre los diferentes materiales de archivo de la composición, como varias capas de vídeo o gráficos sincronizados para crear una animación.



Panel de línea de tiempo creado al crear una composición.

El material de archivo se organiza en capas en el panel Línea de Tiempo, y la longitud de cada capa representa su duración en el tiempo. Es posible definir el inicio o el final de cada capa para que se inicie o finalice en cualquier punto de la composición ajustándola en la propia línea de tiempo [WlcLT].

La base del código de tiempos muestra el tiempo como código de tiempo, para lo cual utiliza la velocidad de fotogramas que ha especificado como base de código de tiempo. Automáticamente utiliza la velocidad de fotogramas redondeados de la composición o el elemento del material de archivo. Si un elemento no tiene código de tiempo *After Effects* utiliza un valor por defecto o el último valor no automático especificado en el cuadro de diálogo '*Ajustes del proyecto*' [WhaVT].

Si tenemos en cuenta la línea de tiempo, y teniendo en cuenta que tenemos el objeto en la propia línea, explicaremos a continuación algunos de los efectos, si bien no son considerados efectos por se sino transformadores [WfwF]:

Punto de Ancla:

Permite establecer un 'centro de gravedad', sobre este punto de ancla es donde el objeto o elemento podrá girar o rotar. Es uno de los transformadores que hemos utilizado en el vídeo.

Posición:

Permite colocar o mover el elemento a cualquier lugar de la pantalla, tiene dos ajustes, el primero controla la posición horizontal (izquierda o derecha) y el segundo afecta a la posición vertical (arriba o abajo).

Tamaño:

Como su nombre indica nos permite agrandar o reducir el tamaño del objeto, al igual que la posición, tiene dos ajustes para la altura y el ancho, un pequeño candado significa que las proporciones serán proporcionales, así que si cambia un valor, el otro cambiará para adaptarse al nuevo valor señalado. Si desactivamos el 'candado' entonces es posible afectar solo la altura o solo el ancho, aunque la imagen no mantenga las proporciones originales.

Rotación:

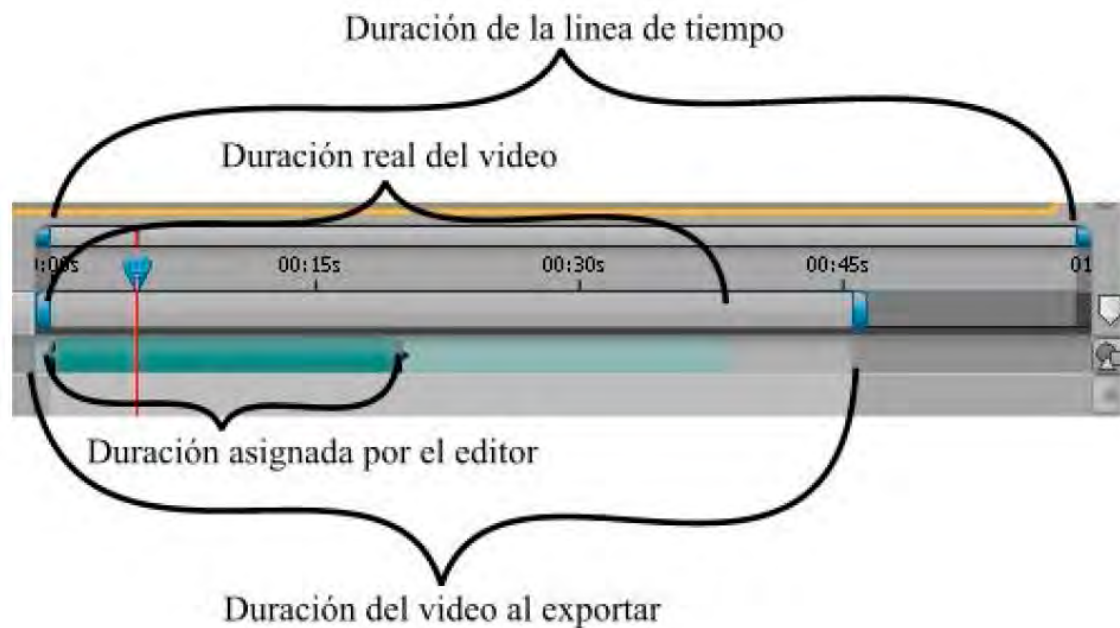
Permite rotar el objeto. Si no se ha definido un punto de ancla entonces el objeto rotará alrededor de su propio eje (el centro del objeto), pero si el punto ancla ha sido movido a una posición determinada, entonces el objeto rotará alrededor de este punto.

De la misma manera, también tenemos dos ajustes. El primero es un mutiplicador, si colocamos un número en él, digamos un 1, entonces la imagen dará una vuelta completa, mientras que si ponemos un 2 dará dos vueltas, y así sucesivamente. El segundo es el ajuste fino, es decir, si queremos se puede expresar el numero de grados en que se desea que la imagen rote. Podemos girarla en sentido positivo (agujas del reloj) o en sentido negativo (contrario a las agujas).

Opacidad:

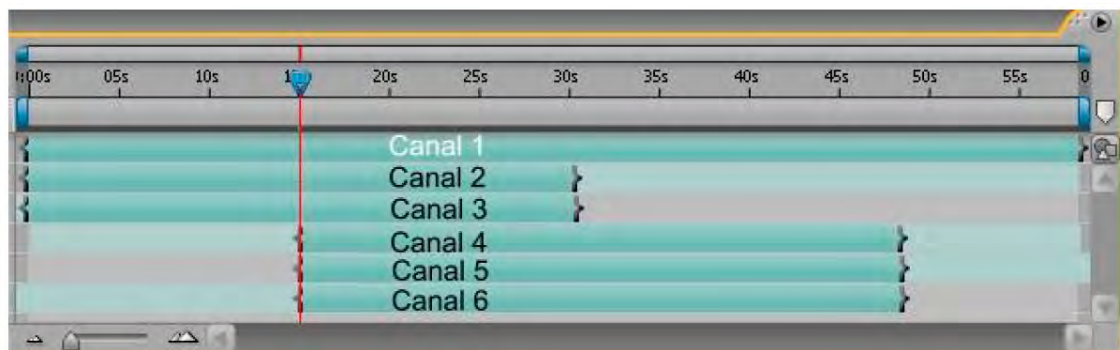
También conocido como 'Transparencia', permite ajustar cuan opaco o transparente se volverá el objeto. Por defecto viene ajustado al 100%, totalmente visible y en 0% será totalmente transparente.

La línea de tiempos tiene estructurados los siguientes elementos:



Diferentes duraciones en la línea de tiempos.

Al colocar un objeto (un vídeo) en la línea de tiempo, este vídeo tendrá una duración determinada (la duración del vídeo), pero quizás nuestra composición tenga una duración distinta (más larga o más corta), en cualquier caso al colocar el objeto en la línea de tiempo este comenzará desde el punto en que se encuentre el marcador de tiempo (el cursor de la línea de tiempo) y continuará durante toda la duración del vídeo (si la composición dura más que el vídeo), del lo contrario el vídeo quedará recortado puesto que la composición es más corta que el video [WfWF].



Podemos situar diferentes elementos en diferentes canales de la línea de tiempo.

Por otra parte, otra de las grandes herramientas de las cuales dispone Adobe After Effects, tanto por su versatilidad como por su gran eficacia y que nosotros hemos utilizado en nuestro

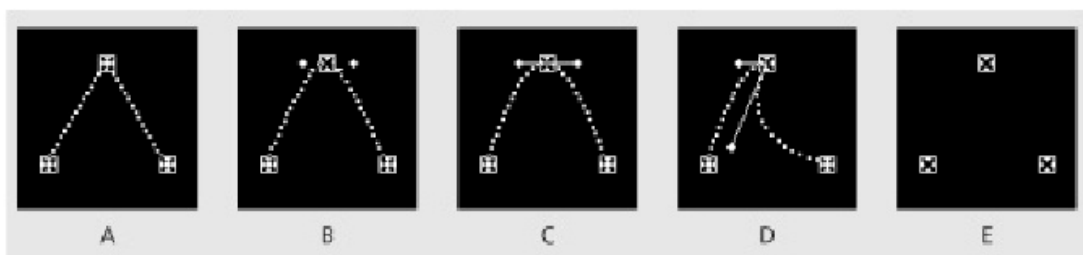
vídeo, son los denominados Keyframes. Situados y utilizados independientemente en cada canal, son básicos en la línea de tiempo.

Los keyframes marcan un punto en el tiempo en una composición en donde se especifica un valor dado para cualquier propiedad en una capa. La animación utilizando keyframes requiere de al menos dos de ellos y el movimiento entre dos keyframes se crea interpolando los cuadros de transición entre éstos, utilizando valores intermedios basados en las propiedades aplicadas a una capa que cambia de un frame al siguiente. Un keyframe contiene información tanto de la velocidad como del cambio entre los valores intermedios adyacentes.

Dos posiciones de keyframes y su interpolación entre frames adyacentes crean una ruta de movimiento. Cualquier cambio realizado sobre una capa sin que existan keyframes se mantiene a lo largo de toda la duración del segmento sin cambio alguno.

Interpolación y el Path de movimiento:

Cuando cambiamos o aplicamos la interpolación espacial a una propiedad como la 'Posición', lo que hacemos es ajustar el path de movimiento en la ventana de composición. Los diferentes keyframes en el path de movimiento proveen información acerca del tipo de interpolación en cualquier punto en el tiempo.



A: Lineal **B:** Auto Bezier **C:** Bezier Continuo **D:** Bezier **E:** Hold

Diferentes interpolaciones espaciales aplicadas a una propiedad.

Interpolación temporal y el editor de gráficos:

Utilizando el 'Value Graph' en la ventana de la Línea de Tiempo se pueden hacer ajustes muy precisos de las propiedades temporales de los keyframes creados para un movimiento o animación. El 'Graph Editor' ofrece la información completa y control sobre el valor en cualquier punto del tiempo en una composición. La ventana de la Línea de Tiempo también ofrece información acerca de los cambios de velocidad entre valores (o a lo largo del path de movimiento), en el gráfico de velocidad (*speed* y/o *velocity graph*).

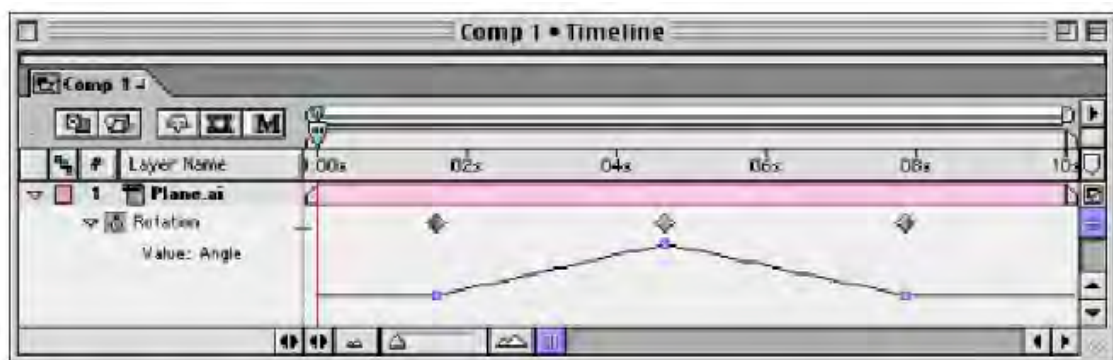
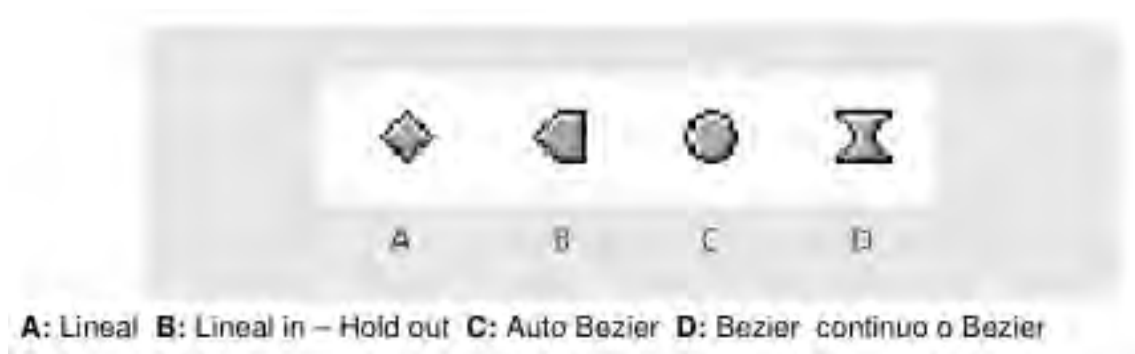


Gráfico de valores de la línea de tiempo.

Cada método de interpolación temporal tiene su propio ícono, lo que permite saber que clase de interpolación se le aplica a un keyframe determinado [WssCAE]:



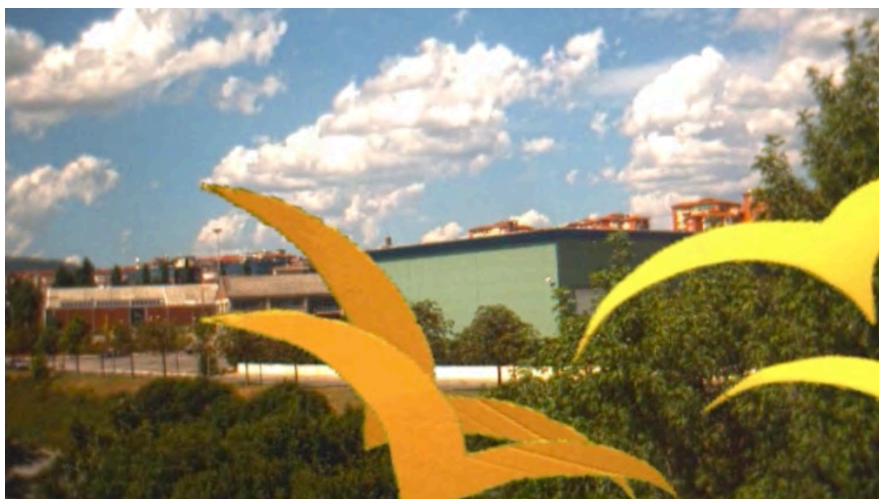
En nuestro caso, todos los keyframes utilizados son del tipo Lineal, basados en Interpolación Lineal:

La interpolación lineal es el tipo predeterminado de interpolación temporal que crea una velocidad de cambio uniforme entre los fotogramas clave. En una propiedad de capa espacial, como la posición, *Adobe After Effects* crea una línea recta entre cada fotograma clave. En cada fotograma clave lineal donde se produzca un cambio de dirección, el trazado de movimiento forma un ángulo. En un cambio de capa temporal, el cambio comienza inmediatamente en el primer fotograma clave y continúa con el fotograma clave siguiente a una velocidad constante [WlcInt].

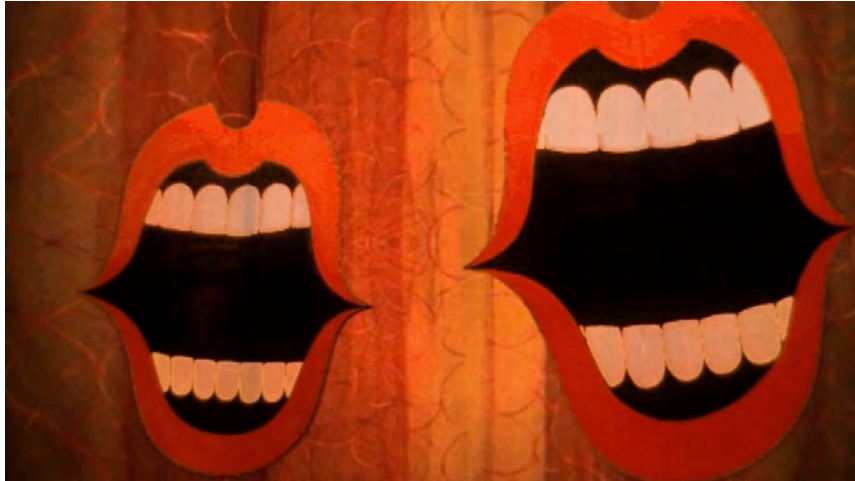
5.3.3.4.3. Uso de *After Effects*

A la hora de trabajar con *After Effects* hemos de tener en cuenta los elementos descritos anteriormente. Por una parte, el *plugin* 'Keylight' es un *plugin* de elevada capacidad de procesado que nos permite realizar el efecto de cromas (*Chroma Key*) tanto de manera general como en zonas concretas y/o previamente señalizadas.

En nuestro caso, hemos aplicado *Keylight* sobre los cromas grabados en producción, y puesto que se ha conseguido una muy alta uniformidad en cuanto a la tela de la cromas y se ha iluminado correctamente, se han obtenido muy buenos resultados en cuanto al uso de este *plugin*. A continuación podemos ver la correcta fusión conseguida mediante el *plugin*:



Los pajaros se fusionan perfectamente con el Time-Lapse.



Las bocas se fusionan perfectamente con las telas.



Las manos también se fusionan perfectamente con las telas.

Para utilizar este *plugin* tenemos que tener dos videos o capas en *After Effects* con los que trabajaremos. Por una parte tendremos el vídeo que queremos aplicar sobre la cromas y por otra parte el propio vídeo o imagen que tiene el cromas.

Situando el vídeo con el cromas en la parte superior dentro de una composición tenemos que aplicarle el *plugin* situado dentro de los efectos y seleccionar posteriormente el color que queremos que vuelva transparente. A fin de cuentas, estamos volviendo un color transparente para dejar ver la capa o vídeo situado en la línea inferior de la composición.

Para la realización de los movimientos de luces hemos vuelto a utilizar el *plugin* de *Keylight* para aislar la luz. Posteriormente, hemos clonado la propia capa de luz, es decir, la luz y hemos ido modificando la posición de cada luz a nuestro gusto. Puesto que todas ellas arrastran el *plugin* al haber copiado la capa con el *plugin*, todas ellas son transparente en cuando al color que le hayamos indicado.

Una vez clonadas y situadas todas las luces en las posiciones deseadas, para generar movimiento hemos utilizado las marcas de la línea de tiempo descritas anteriormente. Ajustando la posición cada vez que marcamos un *keyframe* generamos el movimiento que queramos. A continuación podemos ver una captura de las propias luces en movimiento:



Correcta fusión y animación de las luces.

5.3.3.5. Adobe Premiere

A continuación describiremos el programa de edición de vídeo utilizado en la postproducción del vídeo y montaje final. Hemos utilizado *Adobe Premiere* para montar todos los cortes editados con *Adobe After Effects*, editar las diferentes transiciones entre estos y añadir la música al vídeo.

5.3.3.5.1. ¿Qué es?

Adobe Premiere es una aplicación en forma de estudio destinado a la edición de vídeo en tiempo real. Es parte de la familia *Adobe Creative Suite*. A partir de la versión CS5 permite trabajar con 64 bits para Mac OS X y Windows 7.

Las versiones lanzadas a partir del año 2003 de *Premiere* pasaron a llamarse *Premiere Pro*, sucesora rediseñada para *Adobe Premiere*. *Premiere* fue una de las primeras ediciones no lineales basados en ordenadores, con su primer lanzamiento en Mac en 1991.

Adobe Premiere Pro soporta la edición de vídeo de alta resolución de hasta 10240 x 8192, de hasta 32 bits por canal en color, tanto en RGB como en YUV. La edición de las muestras de audio, el plugin de apoyo VST y la mezcla de sonido envolvente 5.1 están disponibles también [WwkAP].

A continuación se detallan algunas de las características destacables de *Adobe Premiere* [WtaPE]:

- *Reducción dinámica de la escala de tiempo*, que permite la edición con precisión a través de herramientas de reducción, permite recortar clips a su manera (directamente en la línea de tiempo o a través de entradas de teclado).
- *Efecto estabilizador de deformación*, permite estabilizar fácilmente un movimiento brusco de cámara o bloquear una escena automáticamente. El estabilizador elimina saltos y compensa defectos debido a la obturación en movimiento.
- *Edición multicámara eficaz*. Permite editar rápida y fácilmente las secuencias multicámara desde tantas cámaras como tenga la grabación. Permite ver cada onda de sonido en una única pista y sincronizarlas a través del código de tiempo, cambiar la pista en tiempo real y ajustar el color en todas las tomas.

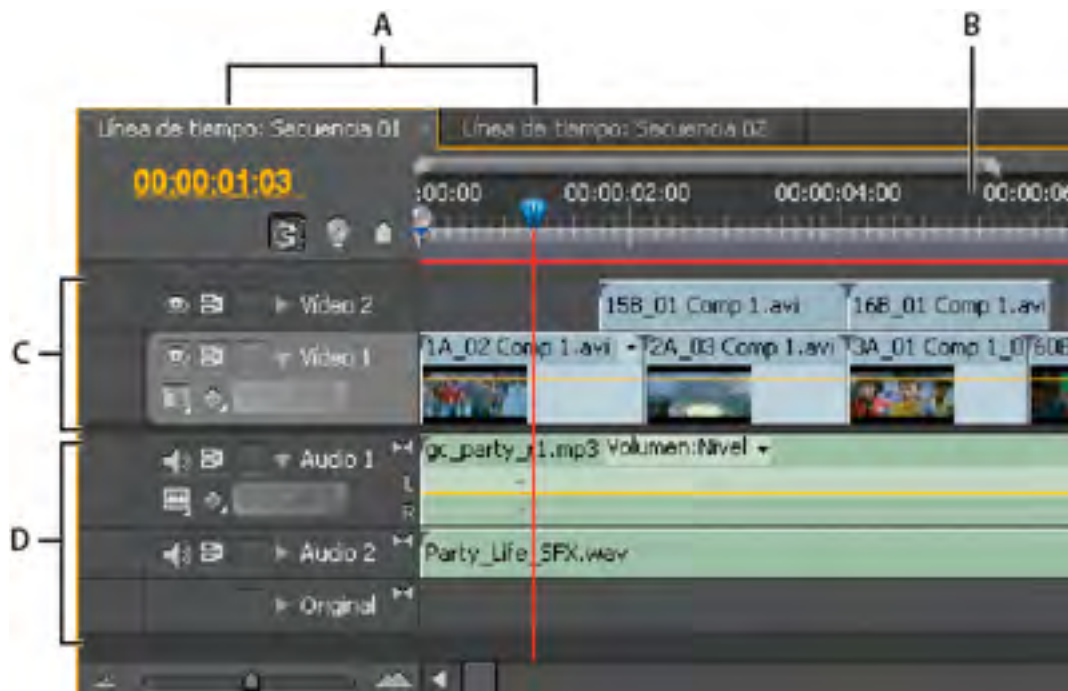
- *Capas de ajuste*, que permiten aplicar efectos a los clips en las pistas debajo de ellos. Crear máscaras fácilmente para ajustar un área seleccionada de una toma.
- *Flujos de trabajo rápidos del panel de proyecto*, para ver, ordenar y organizar medios fácilmente con las miniaturas de clips a tamaño ajustable en el panel de proyecto visual.
- *Compatibilidad con formatos nativos*, tales como ARRI, ALEXA, RED EPIC, RED SCARLET-X y Canon Cinema EOS C300 entre otros.
- *Pistas de audio flexibles*, que permiten combinar y separar libremente clips mono y estéreo. Los nuevos tipos de pistas de audio adaptables que permiten una forma más fácil de crear un original multicanal ofrecen una mayor flexibilidad de audio.
- *Flujos de trabajo en color más potentes*, con los cuales gestionar con más facilidad el color de sus proyectos con un corrector de color tridireccional más intuitivo para obtener una corrección de color primaria y secundaria más precisa.

5.3.3.5.2. Elementos utilizados

Tal y como hemos comentado anteriormente, tras editar y retocar las diferentes tomas mediante *Adobe After Effects*, realizamos el montaje final de todas ellas con *Adobe Premiere*. Y es por eso que, si bien *Adobe Premiere* dispone de infinidad de utilidades, en nuestro caso hicimos uso de las siguientes:

Línea de tiempo [WhaPT]

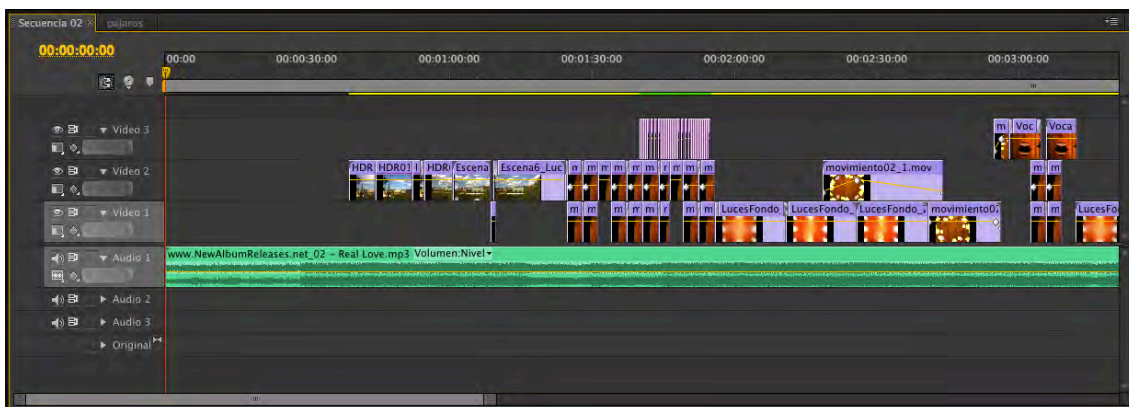
La línea de tiempo en *Adobe Premiere* es uno de los elementos más importantes a la hora de editar un vídeo, y dentro del programa en sí mismo también. Por una parte, porque nos permite organizar tanto nuestras pistas de audio como de vídeo en diferentes canales para su posterior edición no lineal, y por otra parte, porque es el espacio temporal gráfico en donde vamos a trabajar nuestro vídeo final, es decir, en *Adobe Premiere*, es nuestra zona de trabajo principal. En la siguiente imagen podemos ver las diferentes partes de la línea de tiempo:



Panel de la Línea de Tiempo.

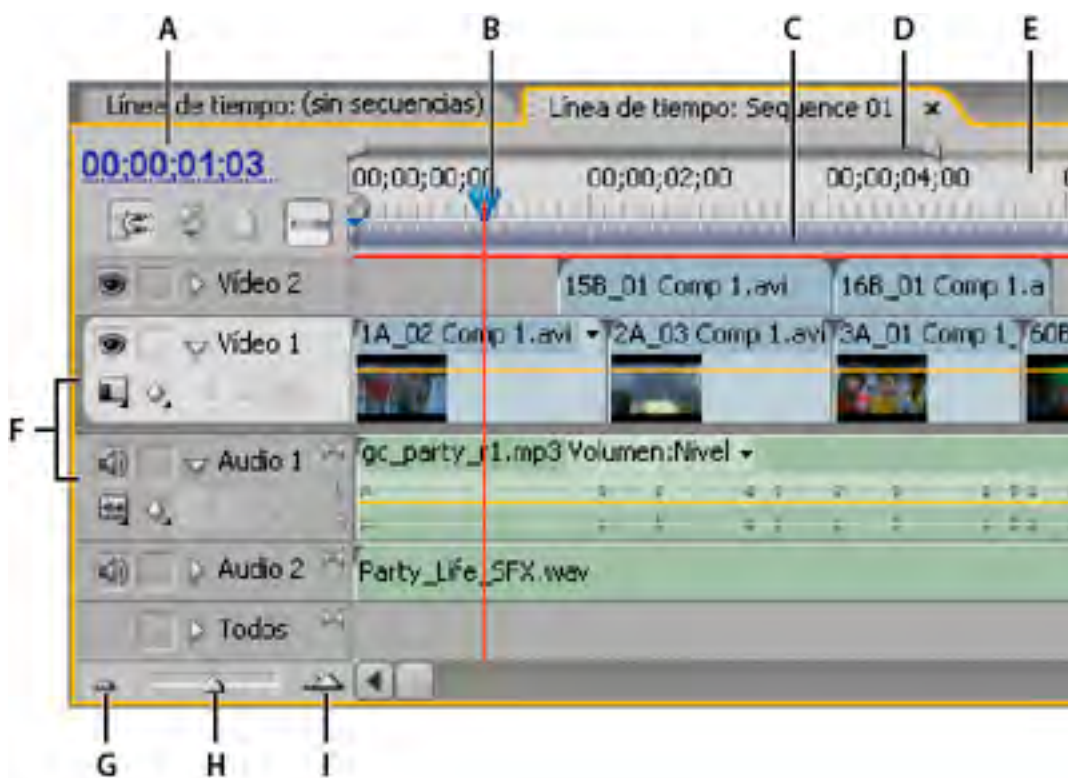
- A. Pestañas de secuencias.
- B. Regla de Tiempo.
- C. Pistas de vídeo.
- D. Pistas de Audio

Y a continuación podemos ver nuestra línea de tiempo:



Línea de tiempo de nuestro vídeo.

La línea de tiempo queda dividida en secuencias, las cuales están separadas entre sí a modo de pestañas. A continuación explicaremos las partes más importantes de una secuencia:



Controles de navegación de tiempo en el panel de la Línea de Tiempo.

- A. Presentación del tiempo actual.
- B. Cabezal de reproducción.
- C. Barra del área de trabajo.
- D. Barra del área de visualización.
- E. Regla de tiempo.

- F. Indicadores de pista de origen.
- G. Alejar.
- H. Regulado de zoom.
- I. Acercar.

Regla de tiempo:

Mide el tiempo de la secuencia de manera horizontal. Las marcas de graduación y los números que indican el tiempo de la secuencia se muestran a lo largo de la regla y cambian de acuerdo al nivel de detalle con el que se visualiza la secuencia. De manera predeterminada las marcas de graduación y los números se basan en el estilo de visualización de código de tiempo especificado en el campo *Formato de Visualización* en el cuadro de diálogo *Nueva Secuencia*.

Cabezal de reproducción:

Denominado Indicador de Tiempo Actual o CTI, indica el fotograma que está visualizado actualmente en el monitor de programa. El fotograma actual se visualiza en el monitor de programa. Se extiende una línea vertical desde el cabezal de reproducción hasta la parte inferior de la regla de tiempo.

Visualizador de tiempo actual:

Es el que muestra el código de tiempo del fotograma actual en un panel Línea de Tiempo. Es posible modificar la visualización entre el código de tiempo y el recuento simple de fotogramas mediante el panel de la Línea de Tiempo.

Barra del área de visualización:

Corresponde a la parte visible de la secuencia en un panel Línea de Tiempo. Podemos modificar el tamaño y la posición de la barra del área de visualización para ver las diferentes partes de la secuencia.

Barra deslizante de zoom:

Esta situada en la parte inferior del panel Línea de Tiempo, barra que se corresponde con el área visible de la regla de tiempo en la línea de tiempo. El monitor de origen y el monitor de programa también tienen barras deslizantes de zoom. Podemos arrastrar los controles para cambiar el ancho de la barra y cambiar la escala de la regla de tiempo. Si expandemos la barra hasta el ancho máximo aparecerá toda la duración de la regla de tiempo. Por el contrario, si contraemos la barra, se acercará para una visualización más detallada de la regla.

Barra del área de trabajo:

Especifica el área de la secuencia que desea que procese las previsualizaciones, o para definir una región en la que se va a exportar. La barra del área de trabajo está situada en la parte inferior de la regla de tiempo. Podemos arrastrar los bordes de la barra del área de trabajo o utilizar los métodos abreviados de teclado para definir el área de trabajo de una secuencia.

Controles de zoom:

Sirve para cambiar la escala de la regla de tiempo, para aumentar o reducir el número de

fotogramas visibles en el área de visualización actual. Los controles de zoom están situados en la parte inferior izquierda del panel Línea de Tiempo.

Indicador de pista de origen:

Representa una pista de vídeo o audio del clip en el Monitor de Origen. Tenemos que ponerlo al principio de la pista de la Línea de Tiempo si queremos insertar o sobrescribir la pista del clip de origen.

Edición básica [WhaEB]

A continuación explicaremos los principales pasos y puntos de la edición básica de un vídeo en *Adobe Premiere*:

Inicio o apertura de un proyecto

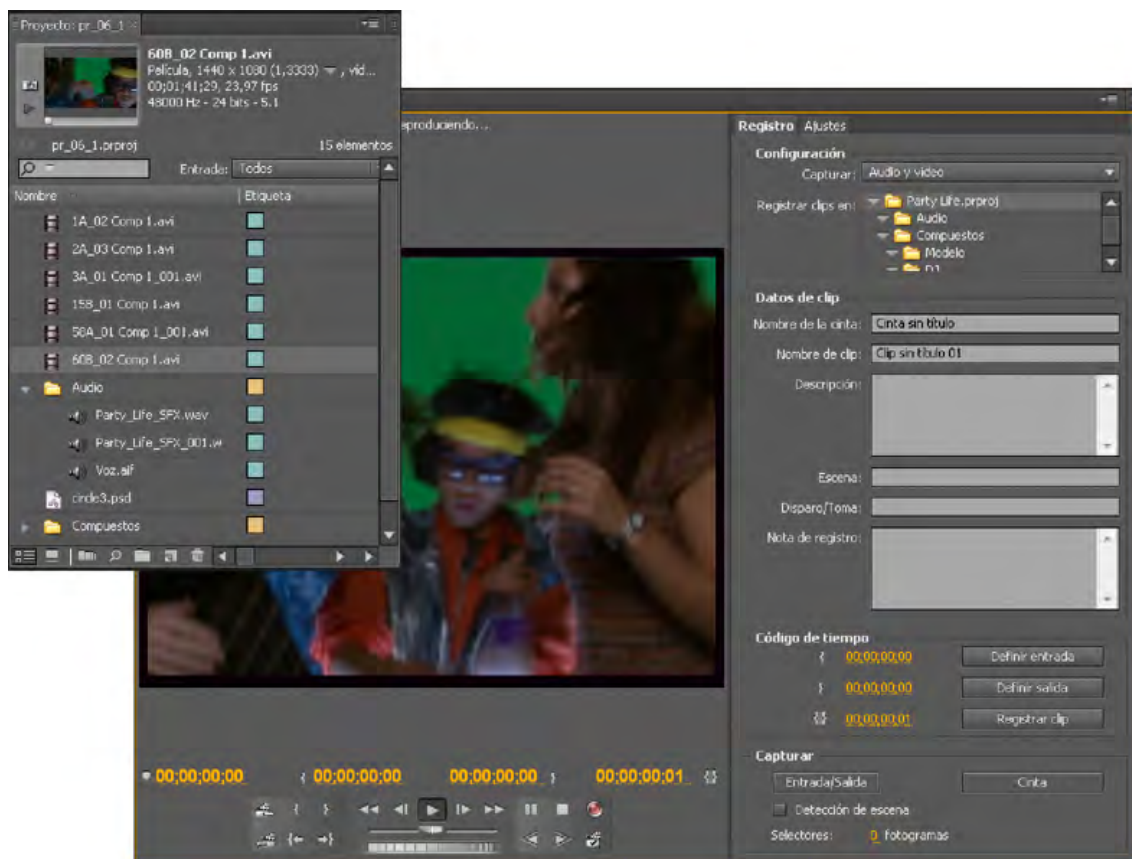
Si iniciamos un nuevo proyecto, se iniciará el cuadro de diálogo Nuevo Proyecto, cuadro desde el cual podemos especificar el nombre y la ubicación del archivo de proyecto, el formato de captura de vídeo y otros ajustes del proyecto.

Una vez configurado el nuevo proyecto pasamos al cuadro de dialogo de Nueva Secuencia en donde configuraremos el ajuste preestablecido de la secuencia del cuadro de diálogo que coincidirá con al configuración del material del archivo.

Capturar e importar un vídeo y/o audio

Para los recursos basados en archivos, mediante el navegador de medios podemos importar archivos desde los orígenes del equipo en cualquiera de los formatos de los medios principales. Cada archivo capturado o importado automáticamente se convertirá en un clip del panel Proyecto.

De manera alternativa, mediante el panel Captura, podemos capturar material de archivo directamente desde una videocámara o VTR. Con el hardware adecuado podemos digitalizar y capturar otros formatos, desde VHS hasta HDTV.



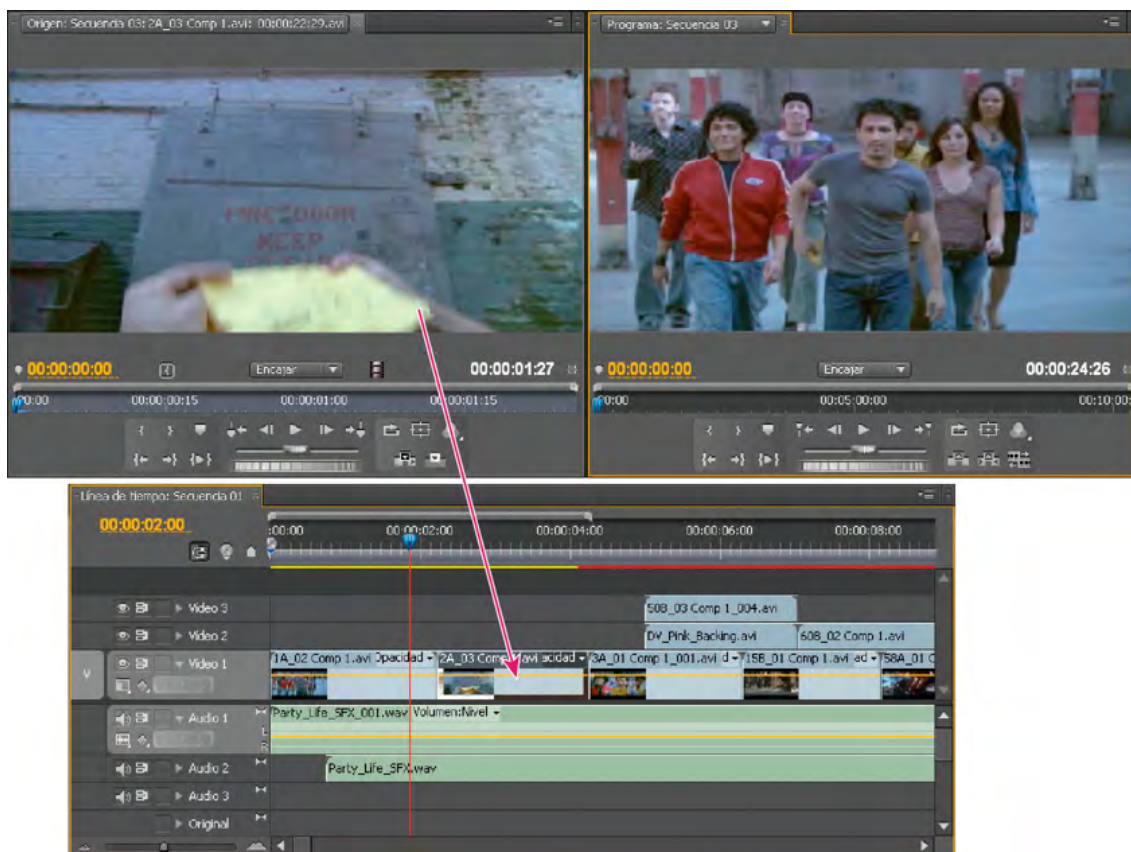
Los paneles Proyecto (izquierda) y Captura (derecha).

Podemos, además, importar una amplia variedad de medios digitales, incluyendo vídeo, audio e imágenes fijas. Podemos crear medios sintéticos, como barras de colores estándar, fondos de colores, etc.

En el panel Proyecto podemos etiquetar, categorizar y agrupar el material de archivo en bandejas para mantener organizados los diferentes proyectos complejos. Podemos abrir varias bandejas de forma simultánea, cada una en su propio panel, o bien anidar bandejas una dentro de otra. Con la vista Icono del panel Proyecto, podemos organizar los clips en una bandeja con estilo de guión gráfico para visualizar o montar rápidamente una secuencia.

Ensamblar y precisar secuencias

Con el monitor de origen podemos visualizar clips, ajustar puntos de edición y marcar otros fotogramas importantes antes de agregar clips a una secuencia. Si resulta conveniente, podemos dividir un clip maestro en varios subclips, cada uno de ellos con sus propios puntos de entrada y salida. Podemos visualizar audio como una forma de onda detallada y editar con precisión de muestra.



Monitor de origen (arriba izquierda), monitor de programa (arriba derecha) y panel de Línea de Tiempo.

Podemos agregar clips a una secuencia en un panel Línea de Tiempo si los arrastramos al panel o si utilizamos los botones Insertar o Sobrescribir en el Monitor de Origen. Podemos ensamblar automáticamente los clips en una secuencia que refleje su orden en el panel proyecto. Podemos visualizar la secuencia editada en el monitor de programa o ver el vídeo de alta calidad y a pantalla completa en un monitor de televisión adjunto.

Podemos precisar las secuencias manipulando clips en un panel Línea de Tiempo, con herramientas sensibles al contexto o herramientas del panel Herramientas. Podemos utilizar el control de recorte especializado para afinar el punto de corte entre los clips. Mediante la anidación de secuencias (utilizando una secuencia como un clip dentro de otra secuencia), podemos conseguir efectos que no se conseguirían de otra manera.

Agregar títulos

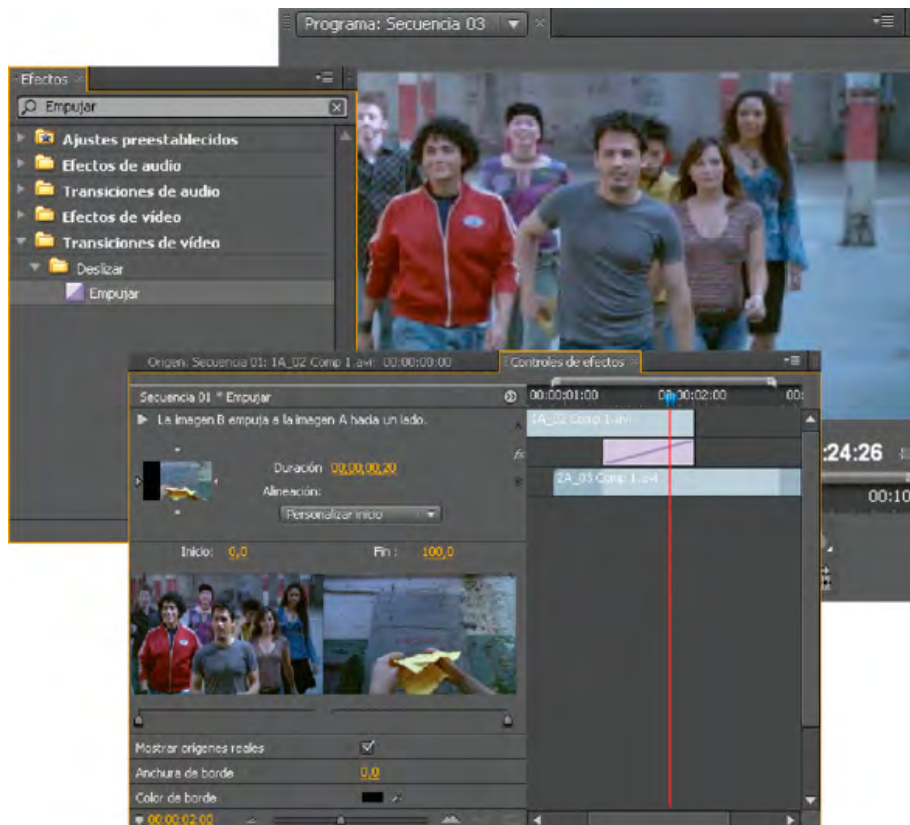
Podemos crear títulos, desplazamientos de títulos o arrastrar títulos que podremos superponer fácilmente sobre el vídeo mediante el titulador con funciones completas. También podemos modificar diferentes variedades de plantillas de título proporcionadas. Como cualquier clip, podemos editar, atenuar, animar o agregar efectos en los títulos de una secuencia.



Panel del titulador.

Agregar transiciones y efectos

El panel efectos incluye una amplia lista de transiciones y efectos que podemos aplicar a los diferentes clips de una secuencia. Podemos ajustar los efectos, además del movimiento, la opacidad y la ampliación de la velocidad variable de un clip mediante el panel de Controles de efectos. El panel Controles de Efectos también permite animar las propiedades de un clip mediante técnicas de fotogramas clave tradicionales.



Panel de Efectos en la vista filtrada (izquierda), panel de Controles de Efectos (centro) y el Monitor de Programa (derecha).

Al ajustar las transiciones, el panel Controles de Efectos muestra controles diseñados especialmente para desarrollar este tipo de tareas. Alternativamente, podemos visualizar y ajustar transiciones y fotogramas clave de efectos de un clip en un panel Línea de Tiempo.

Mezclar audio

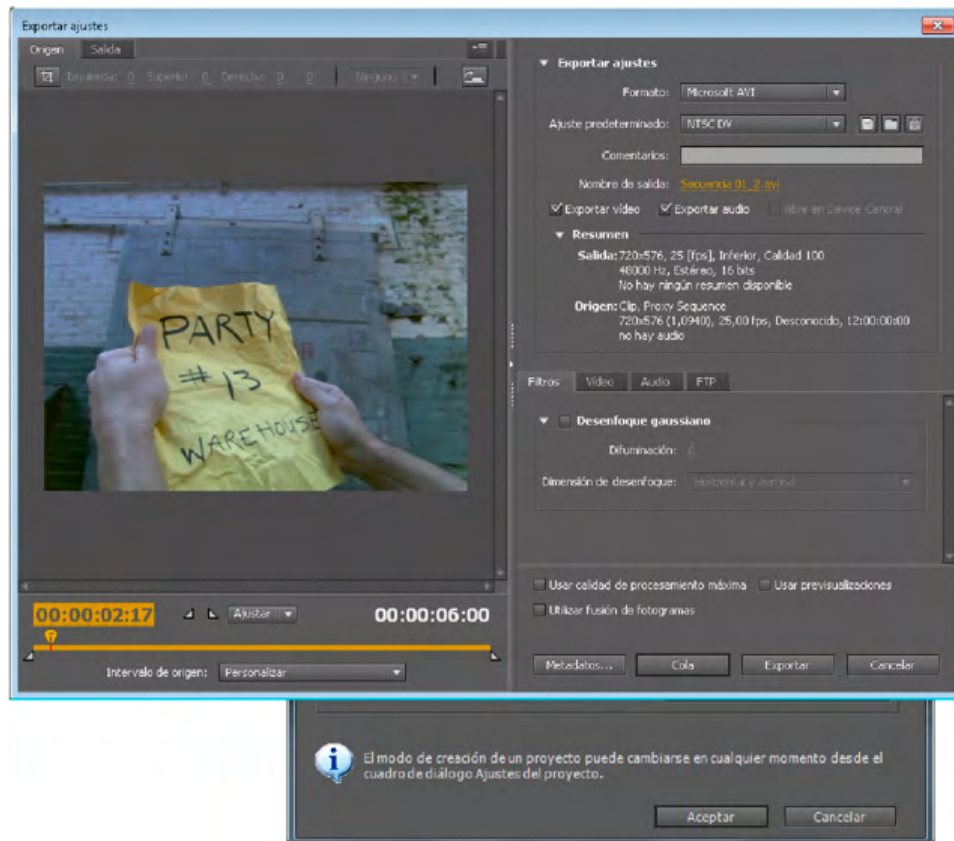
Para realizar ajustes de audio basados en pistas, podemos utilizar el Mezclador de Audio que emula con fidelidad una mesa de mezclas de audio con funciones completas, con controles deslizantes para la panorámica y la transición, envíos y efectos. Con una tarjeta de sonido compatible, podemos grabar audio mediante el mezclador de sonido o mezclar audio para conseguir sonido envolvente 5.1.



Panel de Mezclador de Audio.

Exportación

Podemos entregar la secuencia editada en el medio que deseemos, desde cinta, DVD, Disco Blu-Ray o archivo de película. Con *Adobe Media Encoder* podemos personalizar los ajustes de MPEG-2, MPEG-4, FLV y otros códecs según las necesidades de la audiencia.



Panel de Ajustes de Exportación.

5.3.3.5.3. *Uso de Premiere*

Tal y como hemos descrito en el punto anterior, hemos utilizado comandos y elementos básicos de *Adobe Premiere* para la realización del vídeo. Si bien hemos trabajado mucho con los vídeos, las cromas y las posiciones temporales de los diferentes elementos en *Adobe After Effects*, en *Premiere* hemos utilizado su línea de tiempo, los elementos de edición de clips de vídeo para cortar y montar cada uno y los efectos de transiciones entre cada clip, de acuerdo a lo estipulado en el guión.

Además, y a modo de título final, hemos utilizado la opción de titulación para añadir un título final al vídeo.

5.3.4. *Iluminación*

La iluminación, como bien hemos dicho teóricamente, es la acción o efecto de iluminar. Pero no solo es eso, en el mundo audiovisual la iluminación, aparte de ser y representar un mundo muy importante dentro de otro, es un arte. Es decir, un buen proyecto audiovisual se va a medir en gran medida por la calidad de su iluminación.

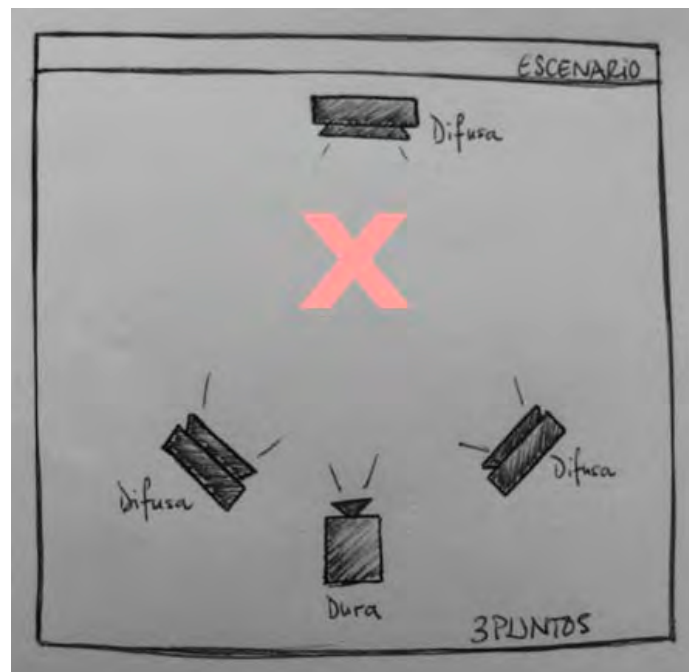
Gracias a la iluminación podemos añadirle y/o quitarle a una escena, degradar o ensalzar un objeto e incluso ser capaces de transmitir sensaciones. La iluminación, es uno de los puntos fuertes dentro de los proyectos audiovisuales que nos permiten desarrollar correctamente nuestras ideas, las emociones y las complejidades de nuestras ideas.

A continuación, y teniendo en cuenta lo que queremos representar y mostrar en cada escena de nuestro vídeo, describiremos la iluminación prevista, es decir, la pre-iluminación. Y posteriormente, puesto que tenemos que tener en cuenta las limitaciones del laboratorio de TV, del espacio y de los propios materiales, así como de las modificaciones prácticas realizadas durante el rodaje, describiremos las posteriores modificaciones realizadas a la iluminación prevista.

5.3.4.1. Plan de Iluminación

Para el desarrollo de nuestro vídeo hemos elegido dos iluminaciones diferentes. Por una parte, porque lo que vamos a grabar en ambas posiciones es diferente y por otra, porque lo que vamos a grabar necesita obligatoriamente de iluminaciones diferentes.

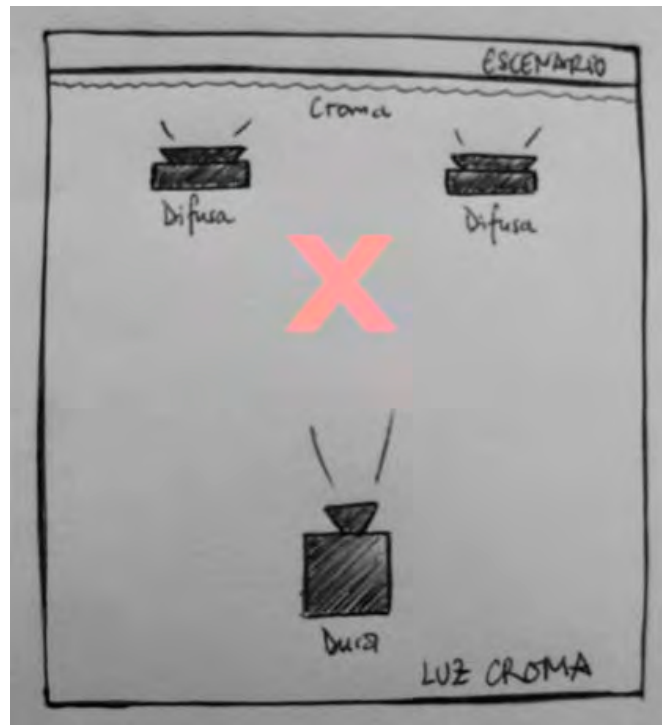
Primeramente realizaremos la grabación de todas aquellas partes de interior, en donde intentaremos conseguir el efecto de profundidad y efecto 3D. Para ello, elegiremos una iluminación a 3 puntos, distribuida en la sala de la siguiente manera:



Disposición de Iluminación a 3 Puntos inicial.

De esta manera, mediante la iluminación con luz dura frontal iluminaremos correctamente el objetivo, creando, además, sombras laterales que otorgaran volumen a la escena. Por otro lado, situaremos dos luces difusas en los laterales, para rebajar la intensidad de las sombras laterales generadas por el foco principal, sin hacer que pierda sensación de volumen pero dándole otro aspecto menos marcado. Por último, situaremos una luz dura en la parte de atrás del objetivo, consiguiendo de esta manera separarlo del fondo y otorgarle otro volumen diferente.

En cambio, para la segunda parte, utilizaremos una iluminación propia de croma. En esta segunda parte grabaremos unos objetos previamente creados sobre un fondo de croma, en el cual, posteriormente, incluiremos nuestros Time Lapses. Para ello, hemos diseñado el siguiente esquema de iluminación:



Disposición inicial de iluminación para la croma.

A la hora de grabar una escena con un croma tenemos que tener en cuenta la importancia de iluminar correctamente el croma. Por una parte, tendremos que conseguir, si bien tenemos una tela (en el caso de disponer de una pantalla no tiene sentido), que el croma presente la menor cantidad de arrugas y sombras posibles por si mismo. Podemos ver el estado inicial de nuestro croma:



Podemos ver la cantidad de arrugas y sombras que presenta.

Y por otra parte, tendremos que conseguir la mejor iluminación, la más uniforme posible. De esta manera, desaparecerán las sombras y conseguiremos un color uniforme, fundamental a la hora de utilizar el croma en postproducción.

Por esta razón, y tal y como podemos ver en nuestro esquema de iluminación planteado anteriormente para la croma, hemos decidido situar dos luces difusas delante del croma. Con ello intentaremos iluminar la mayor cantidad de croma posible de manera muy uniforme, y

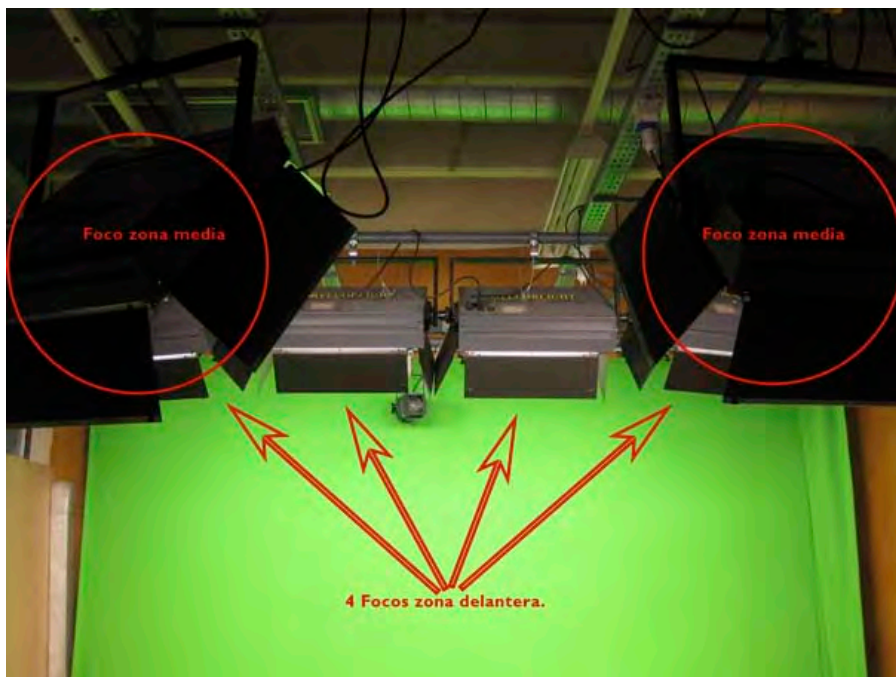
además, al ser luces difusas, intentaremos evitar posibles sombras duras que se puedan generar. Por último, para iluminar el objeto principal, siempre situado lo suficientemente alejado del croma como para que no genere sombras en el croma, utilizaremos una luz dura más dirigida.

5.3.4.2. Modificaciones

En el primer caso, en la iluminación a 3 puntos, el esquema ha sufrido diferentes modificaciones. Por una parte, eliminaremos el punto de luz situado donde el escenario, el que daba luz por la parte de atrás del objetivo, y pasaremos a centrar toda la intensidad de luz en la parte frontal del objetivo a grabar.

Para empezar, puesto que es muy importante que tengamos el objeto a grabar bien iluminado, hemos dispuesto una hilera de luces difusas en la parte delantera, cerca del propio objetivo. Además, puesto que los puntos de luz son amplios y de luz difusa, conseguiremos iluminar también el fondo. Si bien los cuatro puntos de luz tienen mucha intensidad de luz, al estar situados en la parte media de la sala, no consiguen iluminar lo suficiente la parte central.

Para iluminar esta parte central de la sala, y además, iluminar mucho más y mejor el objetivo, hemos dispuesto dos puntos de luz difusa en los laterales. A continuación podemos ver la disposición de ambas zonas de iluminación. Por una parte, marcados con círculos, tenemos los focos de la zona media de la sala, y por otra parte, en la parte de atrás y señalados con flechas, tenemos los 4 focos de la zona delantera.



Nueva disposición de la iluminación, zona delantera y media.

En este caso, por la posición de los focos en la zona delantera, la iluminación principal y que resulta la más importante, es la iluminación de la zona media. Además, hay que añadir que sí que mantendremos el foco de luz dura de la estructura inicial pensada. Nos permitirá iluminar de frente y completamente el objetivo, ayudando a marcar sombras duras en los laterales y ayudando, de esta manera, a darle más volumen al objetivo.

Por otra parte, y tal y como podemos ver en la siguiente y en la imagen anterior, con la iluminación planteada anteriormente el croma queda perfectamente iluminado. Es importante subrayar que la zona de 4 focos de la zona delantera se movió 20 centímetros hacia atrás, eliminando de esta manera las sobreexposiciones que estaba sufriendo el croma, quemando ciertas zonas de la parte superior y, por consiguiente, dificultando el uso del croma en postproducción.

Una vez establecida la correcta posición de los 4 focos de la zona delantera y utilizando los otros dos de la zona media, principalmente para iluminar correctamente el objetivo inicial a superponer en la croma, el propio croma quedaría correctamente iluminado, tal y como podemos ver en la siguiente imagen:



Correcta iluminación del croma.

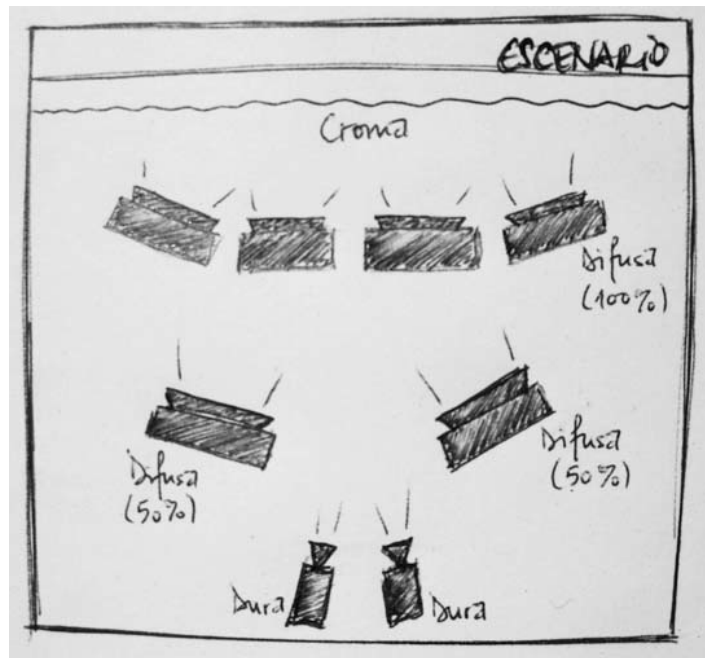


El correcto 'planchado' e iluminación del croma resulta en un croma con color uniforme.

Si bien esta ha sido la disposición de los focos durante la grabación de todas las partes necesarias para realizar la grabación del vídeo, durante la grabación de ciertas partes se realizaron ciertas modificaciones en la iluminación.

Hay que tener en cuenta que para la grabación de nuestro vídeo hemos dispuesto de dos líneas de telas fijadas a la superficie de barras de hierro del techo mediante hilo de pescar o pita. Además, situamos dos líneas de mar, ambas sujetas de la misma manera. Ambas disposiciones necesitaron de mucho hilo, o al menos, el suficiente para que la luz reflejase de tal manera que fuesen captados por la cámara.

Para resolver este problema se redujo a la mitad la intensidad de los focos de la zona media, evitando de esta manera el destello excesivo de los hilos. Y puesto que al reducir la intensidad de los focos de esta zona los elementos quedaban menos iluminados, se utilizaron dos focos de luz dura situados en la parte trasera del estudio. A continuación podemos ver un esquema con la iluminación utilizada en este caso:



Iluminación para evitar la aparición de la pita.

En la siguiente imagen podemos ver uno de los elementos incorporados en el vídeo. En este caso, puesto que solamente hemos tenido que utilizar 4 hilos, no hemos tenido que utilizar una iluminación especial. Los hilos no se ven en la grabación, al contrario que en el caso de las olas del mar.



Situación de dos de los elementos con la cámara en primer plano.

6. Conclusiones

En este proyecto final de carrera, en donde hemos planteado y llevado a cabo 4 grandes objetivos, sumando y aunando diferentes técnicas, novedosas todas ellas, en la realización un vídeo final y consiguiendo, con ello, cumplir todos nuestros objetivos, caben mencionar las siguientes conclusiones al respecto.

Si bien estamos muy contentos con el resultado del *Time-Lapse*, tenemos que destacar la dificultad técnica que conlleva el no haber podido implementar un disparador automático a nuestra cámara. Por una parte, deberíamos haber comprado un disparador automático externo que posteriormente tendríamos que haber implementado, tanto en cuanto a hardware como en cuanto a software mediante la utilización del *trigger* de la propia cámara *Bumblebee2*. Y por otra parte, y como consecuencia de no haber podido implementar uno externo, hemos tenido que realizar nosotros de disparadores.

Si bien puede resultar una tarea un tanto aburrida, en el sentido de que se invierte mucho tiempo en la realización de un *Time-Lapse*, ha resultado de gran importancia para darnos cuenta de manera práctica de la importancia de disponer de un buen disparador automático, que nos permita realizar las capturas en exactos espacios de tiempo, permitiéndonos focalizar nuestra atención en otros elementos también importantes.

En cuanto al *Time-Lapse*, nos gustaría destacar, que si bien puede parecer una técnica simple por el simple hecho de tener que disparar fotos cada cierto tiempo, resulta una técnica complicada y, a la vez, bonita. Por una parte, es necesaria una elevada preparación previa, para que ningún elemento falle y perdamos, con ello, muchas horas de trabajo. Y por otra parte, nos ha resultado muy bonito poder captar aspectos meteorológicos diferentes e interesantes que nos permite captar esta técnica, poder ser testigos del movimiento de las nubes y de la gente a velocidades que en la normalidad no somos capaces de ver.

Por eso, podemos decir que vemos el *Time-Lapse* como una puerta a otro tipo de expresiones técnicas que, por otra parte, ninguna otra técnica es capaz de darnos a este nivel. Y es por eso que estamos muy contentos con el desarrollo de dicha técnica tanto práctica como teóricamente en nuestro vídeo y en nuestro proyecto.

En cuanto al HDR, tenemos que destacar las 3 incidencias importantes acaecidas durante el desarrollo del mismo, y que supuso el tener que plantear la realización de dicha técnica de otra manera diferente.

Por una parte, la imposibilidad de leer las imágenes en formato *.raw* obtenidas con la cámara, la supuesta publicidad de opción HDR que disponía el modelo de la cámara pero que al final solamente estaba disponible en otros modelos y por otra, la imposibilidad de poder juntar las diferentes imágenes con diferentes exposiciones en modo de lotes, hizo que tuviésemos que realizar un *pseudoHDR* procesado individualmente por cada una de las imágenes.

Gracias a estas incidencias podemos decir, por una parte, que resulta muy importante ver y tener en cuenta el formato de archivo que obtiene nuestra cámara y que será, al final, el archivo con el que tendremos que trabajar, ver los programas que soportan dicho formato y ver qué podemos hacer con él, sus limitaciones y sus ventajas.

Por otra parte, y teniendo en cuenta la implicación temporal que supone, hemos podido ver lo importante que resultan las aplicaciones de los programas de edición fotográfica que ejecutan acciones por lotes y que nos brindan la posibilidad de trabajar con grandes cantidades de información, de archivos, de una única vez. Por una parte, agradecemos el hecho de poder procesar todas las imágenes mediante las acciones de *Photoshop* a la hora de modificar sus exposiciones, pero envidiamos la posibilidad de gestionar nuestro *pseudoHDR* a modo de paquete único.

Si bien invertimos más tiempo del que querríamos haber invertido, al tener que fusionar las diferentes exposiciones individualmente, tenemos que destacar que estamos muy contentos con el resultado de nuestro *pseudoHDR*. Es importante destacar el hecho de haber obtenido tan buenos resultados teniendo en cuenta las características técnicas de la cámara, y su principal utilidad como cámara de vídeo y no como cámara fotográfica.

El 3D y el desarrollo de la sensación de tridimensionalidad que se querían obtener ha sido uno de los objetivos mejor cumplidos, teniendo en cuenta la posibilidad de movilidad que la propia cámara *Bumblebee2* en sí nos permitía. En cuanto a los elementos técnicos de la cámara, podemos decir que estamos muy contentos con ella, por su fácil manejo y diversas, que no inmensas, posibilidades de configuración, por lo que nos queda destacar como elemento negativo su escasa movilidad.

En el desarrollo y durante las sesiones de pruebas pudimos medir y descubrir las relaciones existentes entre la distancia del objeto y la sensación de tridimensionalidad, algo bastante importante y que nos ha gustado mucho ver, descubrir y aprender. Las diferentes posiciones de los objetos tanto en la posición del escenario como con respecto a la cámara y su posterior situación en el cerebro humano y el propio papel que estas juegan en la visión y sensación tridimensional.

Además, y dentro del campo del 3D, nos ha gustado descubrir y practicar las diferentes opciones de tridimensionalidad que los software de edición de vídeo no lineal empiezan, cada día más, a incorporar en sus ediciones más nuevas. Con ello, afianzamos más nuestra opinión en cuanto al 3D y su creciente importancia en el sector audiovisual, haciendo, a su vez, mucho más interesante, atractivo y novedoso nuestro proyecto.

Por último, hablando de los programas de edición de vídeo no lineal y a los utilizados en la postproducción de vídeo, no solo los de edición de vídeo no lineal sino también por aquellos de modelado, como el *Cinema 4D*, y por el de tracking, el *SynthEyes*, tenemos que destacar que estamos muy contentos con el resultado obtenido, no solo en el vídeo sino que también en relación a la respuesta obtenida en su uso.

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos, todos ellos cumplidos completamente, hemos podido ver la gran utilidad de los programas propuestos, sus increíbles e inmensas utilidades y su gran capacidad de trabajo. Destacar la gran capacidad de *trackeo* de vídeo de *SynthEyes* en relación a su espacio de trabajo y memoria en disco, y la capacidad de *Cinema 4D* a la hora de modelar y generar partículas, obteniendo con ello resultados elevados, todos ellos patentes en el vídeo, de renderizado.

En conclusión, tenemos que decir que estamos muy contentos por haber cumplido todos los objetivos propuestos, por haber podido desarrollar e implementar las diferentes técnicas propuestas y por haber podido ser capaces de planificar y desarrollar un proyecto audiovisual que, en un inicio, parecía y era muy extenso y atractivo.

Si bien la sensación de tridimensionalidad, en cuanto a la parte visual, ha quedado un poco más reducida de lo que se esperaba en un inicio, podemos decir que estamos muy contentos de haberla conseguido y de haber podido implementarla junto con las demás técnicas.

Finalmente, solo nos queda añadir, que si bien nuestro interés era cada vez mayor, en cuanto al mundo audiovisual se refiere, el desarrollo de este proyecto a afianzado nuestras ganas en lo que a un futuro profesional se refiere. Habiendo conseguido con este proyecto avivar más la chispa del mundo audiovisual que hacia tiempo ardía en nosotros y que fue la chispa que, en cierta manera, incentivo y ayudo a desarrollar este proyecto.

7. Bibliografía

7.1. Libros:

- [Tar00] *Sistemas Audiovisuales, Televisión Analógica y Digital*. Francesc Tarrés Ruiz, Ediciones UPC, 2000.

7.2. Manual:

- [MAPhoto] Manual Adobe Photoshop
PFC/Time Lapse/Material/Manual Adobe Photoshop.pdf

7.3. Publicaciones:

- [P3DEst] *3D Estereoscópico. Fundamentos y metodología de visionado, grabación y edición de la tecnología estereoscópica actual*.
Julen Segura Garde
Universidad Pública de Navarra
- [Pbm09] *3D Movie Making, Stereoscopic Digital Cinema from script to screen*
Bernard Mendiburu, 2009
Focal Press

7.4. Contenido Web:

- [WabLP] *Light Painting guide by Christopher Hibbert*
Abduzeedo.com
<http://abduzeedo.com/light-painting-guide-christopher-hibbert>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/ Light Painting guide Christopher Hibbert/Index
- [WafML] *¿Alguien dijo video HDR con magic Lantern?*
Altfoto.com
<http://altfoto.com/2011/12/alguien-dijo-video-hdr-con-magic-lantern>
PFC\HDR\Paginas Web\MagicLantern/Index
- [WaiF7] *How to.. use IEEE 1394 and DCAM Format 7 to optimize your imaging configuration*
Advancedimagingpro.com
<http://www.advancedimagingpro.com/publication/article.jsp?pubId=1&id=3947&pageNum=2>
PFC\3D\Bumblebee\Material\Format_7.PDF
- [WamTS] *Tilt-Shift Generator*
Labs.artandmobile.com
<http://labs.artandmobile.com/tiltshift/>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/TiltShift Generator/Index
- [WartPP] *El proceso de post-producción*
artiuloz.com
<http://www.articuloz.com/television-articulos/el-proceso-de-post->

- [produccion-de-video-854686.html](#)
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\ProcesoPostproducción\Index
- [WatcC]** *Codecs de video*
Atc.uniovi.es
http://www.atc.uniovi.es/inf_med_gijon/3iccp/2005/trabajos/codecs-video/
PFC\3D\Bumblebee\Paginas Web\Codecs\Index
- [WbcDTV]** *Dreams Teams Video*
britishcouncil.org
www.britishcouncil.org/es/dreams-teams-video.doc
PFC\ProducciónVideo\Memoria\Material\DreamsTeam.DOC
- [Wc06rr]** *Resolución Radiométrica*
Concurso.cnice.mec.es
http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/i_resolucion.htm
- [WccPre]** *Preproducción y planificación, de la idea al guion*
cibercorresponsales.org
<http://www.cibercorresponsales.org/pages/preproduccion-y-planificacion-de-la-idea-al-guion>
- [WckHDRs]** *HDR software review comparison*
Captainkimo.com
<http://captainkimo.com/hdr-software-review-comparison/>
PFC\HDR\Paginas Web\HDRsoftware-review\Index
- [WcoAMP]** *Versatil HDR Video Production System*
Contrastoptical.com
<http://www.contrastoptical.com/Downloads/tabid/68/Default.aspx>
PFC\HDR\Material\AMP\Versatil HDR Video Production System.PDF
- [WctPA]** *Producción Audiovisual*
competenciastic.educ.ar
http://competenciastic.educ.ar/pdf/produccion_audiovisual_3.pdf
- [WdsICX]** *Sony ICX204 Datasheet*
Alldatasheet.com
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/47424/SONY/ICX204.html>
PFC\3D\Bumblebee\Material\ICX204.PDF
- [WdwgoHDR]** *goHDR*
Digital.warwick.ac.uk
<https://digital.warwick.ac.uk/goHDR/>
PFC\HDR\Paginas Web\goHDR\Index
- [WdzBB]** *Balance de Blancos: Que es y cómo se usa*
Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-1482.html>
PFC\3D\Bumblebee\Paginas Web\BalanceBlancos/Index
- [WdzBra]** *Tipos de Bracketing: no solo existe el de exposición*
Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-5364.html>
PFC\HDR\Paginas Web\TiposBracketing\Index
- [WdzBra2]** *HDR: midiendo la luz y disparando en modo Bracketing*
Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-7132.html>

- [WdzBraE]** PFC\HDR\Paginas Web\Bracketing2\Index
Bracketing de Enfoque
 Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-5393.html>
- [WdzDBI]** PFC\HDR\Paginas Web\Bracketing de enfoque\Index
Descubre la fusión de imágenes: una técnica de la familia HDR
 Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-1531.html>
- [WdzDech]** PFC\HDR\Paginas Web\Blending_Photoshop\Index
Derechar el Histograma: Qué, Cómo y Por Qué
 Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-6506.html>
- [WdzGhos]** PFC\HDR\Paginas Web\DerecharHistograma\Index
Ghosting
 Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-7025.html>
- [WdzMa]** PFC\HDR\Paginas Web\Ghosting\Index
Qtpfsgui, Fotografía HDR con Software Libre
 Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-1737.html>
- [WdzMitos]** PFC\HDR\Paginas Web\QtpfsguiManejo\Index
5 Mitos relacionados con la Fotografía HDR a Desterrar
 Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-6684.html>
- [WdzQtri]** PFC\HDR\Paginas Web\HDRMitos\Index
Qué trípode elegir
 Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-1346.html>
- [WdzTM]** PFC/Time Lapse/Paginas Web/Que tripode elegir/Index
Tone Mapping con Photomatix: Los controles de Details Enhancer
 Dzoom.org.es
<http://www.dzoom.org.es/noticia-7107.html>
- [WeITS]** PFC\HDR\Paginas Web\ToneMappingPhotomatix\Index
Fotografías con efecto 'Tilt-Shift'
 Eliax.com
http://eliax.com/?post_id=3752
- [WfnLE]** PFC/Time Lapse/Paginas Web/Efecto Tilt-Shift/Index
Luz Estroboscópica
 Fotonostra.com
<http://www.fotonostra.com/glosario/estroboscopica.htm>
- [WfwF]** PFC\3D\Bumblebee\Paginas Web\LuzEstroboscópica/Index
Tutorial After Effects Funcionamiento
 freewebs.com
<http://www.freewebs.com/tutorialpremierepro/02TutorialAfterEffectsFuncionamiento.pdf>
- [WgIDeH]** PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\AfterEffectsFuncionamiento.
 PDF
Derecheo del histograma
 Guillermolujik.com
<http://www.guillermolujik.com/article/ettr3/index.htm>
- [WgIQRD]** PFC\HDR\Paginas Web\Derecheo_Histograma\Index
Que es el Rango Dinamico

- Guillermolujik.com
<http://www.guillermolujik.com/article/digitalp02/index.htm>
 PFC\HDR\Paginas Web\Que es el Rango Dinamico\Index
[WgISCCD] *SuperCCD*
 Guillermolujik.com
<http://www.guillermolujik.com/article/superccd/index.htm>
 PFC\HDR\Paginas Web\SuperCCD\Index
[WgoEnco] *goHDR Media Encoder*
 Gohdr.com
<http://www.gohdr.com/products/index.php>
 PFC\HDR\Paginas Web\goHDR Encoder\Index
[WgoPlayer] *goHDR Media Player: The Concept*
 Gohdr.com
<http://www.gohdr.com/products/index.php>
 PFC\HDR\Paginas Web\goHDR Player\Index
[WgpSV] *Sony Vegas Pro 11*
 Gratisprogramas.org
<http://www.gratisprogramas.org/descargar/sony-vegas-pro-11-32-64bits-multi-espanol-fls/>
 PFC\3D\Bumblebee\Paginas Web\SonyVegas\Index
[WhaAAI] *After Effects / Incrustación*
 help.adobe.com
http://help.adobe.com/es_ES/aftereffects/cs/using/WS3878526689cb91655866c1103906c6dea-7bfea.html
 PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\AfterEffectsIncrustacion\Index
[WhaCLP] *Cámaras, Luces y Puntos de Interes*
 help.adobe.com
http://help.adobe.com/es_ES/aftereffects/cs/using/WS3878526689cb91655866c1103906c6dea-7e29a.html
 PFC\3D\Bumblebee\Paginas Web\AfterEffects\Index
[WhaEB] *Edición Básica*
 help.adobe.com
http://help.adobe.com/es_ES/premierepro/cs/using/WS4C20B718-E29E-41ee-B3D0-0CD37A1D94F7.html
 PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\PremiereEdicion\Index
[WhaEP] *Efectos de Perspectiva*
 help.adobe.com
http://help.adobe.com/es_ES/aftereffects/cs/using/WS3878526689cb91655866c1103a9d3c597-7af8a.html
 PFC\3D\Bumblebee\Paginas Web\AEPerspectiva\Index
[WhaPT] *Paneles de la Línea de Tiempo*
 help.adobe.com
http://help.adobe.com/es_ES/premierepro/cs/using/WS3E67AF4C-B2A2-4f04-90B4-F8CCFB74B144.html
 PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\PremiereLTiempo\Index
[WhaVT] *Visualización de tiempo*
 help.adobe.com
http://help.adobe.com/es_ES/aftereffects/cs/using/WS4ABD6729-8645-442d-AE7D-FAB64EDFCC4Fa.html
 PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\AfterEffectsTiempo\Index
 x

- [WhdrM]** *Manual de Usuario Photomatix Pro*
Hdr-photography.com
http://hdr-photography.com/doc/loc/PhotomatixProManual_Win_es.pdf
PFC\HDR\Material\Photomatix\PhotomatixProManual_Win_es.PDF
- [WhdrP]** *Photomatix*
Hdrsoft.com
<http://www.hdrsoft.com/>
PFC\HDR\Paginas Web\HDRsoftPhotomatix\Index
- [Whdrs3D]** *What are HDR images used for in 3D rendering?*
Hdrsoft.com
<http://www.hdrsoft.com/resources/dri.html#dr>
PFC\HDR\Paginas Web\HDR3Drendering\Index
- [WimDemo]** *Demosaicing*
Imatrics.es
<http://www.imatrics.es/idem.htm>
PFC\HDR\Paginas Web\Demosaicing\Index
- [WipFlare]** *Flare video HDR en tiempo real en iPhone*
Iphoner.com
<http://iphoner.com/16276/flare-video-hdr-en-tiempo-real-en-tu-iphone-gratis-por-tiempo-limitado#more-16276>
PFC\HDR\Paginas Web\Flare\Index
- [WitlHDRT]** *Como hacer Timelapses en HDR. Dustin Farrel*
Ibizatimelapses.blogspot.com.es
<http://ibizatimelapses.blogspot.com.es/2012/05/como-hacer-timelapse-en-hdr-dustin.html>
PFC\HDR\Paginas Web\HDRTTimeLapse\Index
- [WiueIBL]** *Image Based Lighting*
Ict.usc.edu
<http://ict.usc.edu/pubs/Image-Based%20Lighting.pdf>
PFC\HDR\Material\Image-Based Lighting.PDF
- [WkYUV]** *Estándar YUV*
Es.kioskea.net
<http://es.kioskea.net/contents/video/yuv-ycrcb.php3>
PFC\3D\Bumblebee\Paginas Web\YUV\Index
- [WlcCom]** *Como hacer un Time-Lapse con una cámara de fotos*
LuisCaldevilla.es
<http://luiscaldevilla.com/blog/tutoriales/como-hacer-un-timelapse-con-una-camara-de-fotos/>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/Luis Caldevilla/Index/Tutoriales
- [WlcInt]** *Interpolación en After Effects*
lineacinetica.blogspot.com
<http://lineacinetica.blogspot.com.es/2010/04/metodos-de-interpolacion-en-after.html>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\AEInterpolacion\Index
- [WlcLT]** *Línea de tiempo*
lineacinetica.blogspot.com.es
<http://lineacinetica.blogspot.com.es/2010/03/entorno-grafico-after-effects.html>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\AELineaTiempo\Index
- [WlhRED]** *Red Epic HDRx Test Examples*
Blog.localheropost.com
<http://blog.localheropost.com/main/2011/6/3/red-epic-hdrx-test->

- [examples.html](#)
PFC\HDR\Paginas Web\NABshow\Index
- [WmcDP]** *Dynamic Photo-HDR*
Mediachance.com
<http://www.mediachance.com/hdri/index.html>
- [WmfGhos]** *HDR manejo de fantasmas efecto Ghosting*
Migueldiaz-fotografia.es
<http://migueldiaz-fotografia.es/hdr-manejo-de-fantasmas-efecto-ghosting/>
- [WmiMPEG]** *Backward Compatible High Dynamic Range MPEG Video Compression*
Mpi-inf.mpg.de
<http://www.mpi-inf.mpg.de/resources/hdr/hdrmpeg/mantiuk06HDRMPEG.pdf>
- [WmsRM]** *¿Reales o Maquetas?*
Microsiervos.com
<http://www.microsiervos.com/archivo/arte-y-diseno/reales-o-maquetas.html>
- [WmtMt]** *Motiontimer*
Motiontimer.com
<http://motiontimer.com/motiontimer/>
- [WnabExpo]** *NAB Show*
Expo.nabshow.com
http://expo.nabshow.com/mynabshow2012/public/Booth.aspx?IndexInList=18&Upgrade=&FromPage=nz_ALExhibitorSearch.aspx&BoothID=132248&Task=Products
- [WnPP]** *Cinema 4D*
nemetschek.es
http://www.nemetschek.es/producto/cinema4d07/c4d_ar08.htm
- [WoeEXR]** *Technical Introduction to OpenEXR*
Openexr.com
<http://www.openexr.com/TechnicalIntroduction.pdf>
- [WoeEXR2]** *OpenEXR Image Viewing Software*
Openexr.com
<http://www.openexr.com/OpenEXRViewers.pdf>
- [WpeHome]** *The Photographer's Ephemeris Home*
The Photographer's Ephemeris
<http://photoephemeris.com/>
- [WpeSupport]** *The Photographer's Ephemeris Support*
The Photographer's Ephemeris
<http://stephentrainor.com/tools#use>
- [WpgBB2]** *Point Grey Bumblebee*
Ptgrey.com
http://www.ptgrey.com/products/bumblebee2/bumblebee2_stereo_camera.

- [asp](#)
PFC\3D\Bumblebee\Point Grey\Download\Point_Grey_Bumblebee.PDF
[WptDFM] *Data in flash Memory*
Ptgrey.com
http://www.ptgrey.com/products/bumblebee2/bumblebee2_stereo_camera.asp
- PFC\3D\Bumblebee\Material\Data in flash Memory.PDF
[WptvPre] *La preproducción Preliminar*
productiontv.pbworks.com
<http://productiontv.pbworks.com/w/page/18735959/La%20Pre-producción#Preliminar>
- PFC\ProducciónVideo\Memoria\PaginasWeb\PrePreliminar\Index
[WptvPre] *La preproducción Preliminar*
productiontv.pbworks.com
<http://productiontv.pbworks.com/w/page/18735959/La%20Pre-producción#Preliminar>
- PFC\ProducciónVideo\Memoria\PaginasWeb\PrePreliminar\Index
[WqsCa] *Supported Features*
Qtpfsgui.sourceforge.net
http://qtpfsgui.sourceforge.net/?page_id=2
- PFC\HDR\Paginas Web\QtPfsGuiFeatures\Index
[WqsCon] *10 consejos para hacer un buen Time-Lapse*
QueSabesDe.com
http://www.quesabesde.com/noticias/10-consejos-para-hacer-time-lapse,1_8167
- PFC/Time Lapse/Material/10Consejos
[WrsHDR] *Exploring HDR Video – The Real Future of 3D Video*
Reelseo.com
<http://www.reelseo.com/hdr-video/>
- PFC\HDR\Paginas Web\HDRHow_SovietMontage\Index
[WscPp] *Post Producción, la cultura como escenario.*
Es.escribd.com
<http://es.scribd.com/doc/40598743/nicolas-bourriaud-completo1>
- PFC\ProducciónVideo\Postproducción Material\PostProduccion_Nicolas Bourriaud.PDF
[WscPS] *Progressive Scan Interline CCD*
Spectracore.com
<http://www.spectracore.com/cameras/digital/prog-scan.html>
- PFC\3D\Bumblebee\Paginas Web\ProgressiveScan\Index
[WscsSV] *Vegas Movie Studio HD 11 Manual*
Sonycreativesoftware.com
<http://www.sonycreativesoftware.com/download/manuals/moviestudiohd>
- PFC\3D\Bumblebee\Material\SonyVegas Pro 11.PDF
[WspTim] *The Time-Lapse Photography FAQ: An Introduction to Time-Lapse Photography*
Kinsman Physics Productions
<http://www.sciencephotography.com/how2do2.shtml>
- PFC/Time Lapse/Material/SciencePhotography/1.Intro and Theory.pdf
[WssCAE] *Conceptos básicos de After Effects*
slideshare.net
<http://www.slideshare.net/sergioceballos/after-effects-curvas-bezier>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\AEConceptos\Index

- [WssSE]** *SynthEyes*
ssontech.com
<http://ssontech.com/index.html>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\SynthEyes\Index
- [WssSEF]** *SynthEyes Feature Summary*
ssontech.com
<http://ssontech.com/synsumm.htm>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\SynthEyesFeature\Index
- [WtaPE]** *Adobe Premiere Razones*
tutorialesadobe.conectatutoriales.com
<http://www.tutorialesadobe.conectatutoriales.com/blog/noticias-y-articulos/192-adobe-premiere-pro-cs6-edite-como-quiera>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\PaginasWeb\PremiereRazones\Index
- [WtenPP]** *La postproducción cinematográfica en la era digital: efectos expresivos y narrativos*
tesisenred.net
<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10457/rubio.pdf?sequence=1>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\Postproducción era digital.PDF
- [WtisDCAM]** *What is DCAM/IIDC?*
Theimagingsource.com
http://www.theimagingsource.com/downloads/whatisdcamwp.en_US.pdf
PFC\3D\Bumblebee\Material\DCAM.PDF
- [Wtl2Int]** *Introduccion a los Timelapses*
Blog.Time-Lapses.es
<http://www.timelapses.es/blog/2009/05/introduccion-a-los-timelapses/>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/Introduccion Timelapses (timelapses.es)/Index
- [WtlAft1]** *Time-Lapse con After Effects*
Time-Lapses TV
<http://timelapses.tv/timelapse/tutoriales/software/after-effects/primeros-pasos-con-after-effects/>
PFC/Time Lapse/Paginas
Web/TimeLapsesTV/Index/Tutoriales/Software/After Effects
- [WtlAft2]** *Time-Lapse con After Effects (II)*
Time-Lapses TV
<http://timelapses.tv/timelapse/tutoriales/software/after-effects/timelapse-con-after-effects-ii/>
PFC/Time Lapse/Paginas
Web/TimeLapsesTV/Index/Tutoriales/Software/After Effects
- [WtlCan]** *Canon Vs. Nikon*
Time-Lapses TV
<http://timelapses.tv/timelapse/tutoriales/fotografia/canon-vs-nikon/>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/TimeLapsesTV/Index/Tutoriales
- [WtlHDRtm]** *HDR, HDRI y Tone Mapping (Historia, teoría y practica)*
Timelapses.es
<http://www.timelapses.es/blog/2011/07/hdr-hdri-y-tone-mapping-historia-teoria-y-practica/>
PFC\HDR\Paginas Web\HDR, HDRI y Tone Mapping\Index
- [WtlIML]** *Magic Lantern y video HDR*
Timelapses.es

- <http://www.timelapses.es/foro/hardware/magic-lantern-y-video-'hdr'/>
PFC\HDR\Paginas Web\Alineado_MagicLantern/Index
- [WtlObj]** *Objeto Inteligente en Photoshop*
Time-Lapses TV
<http://timelapses.tv/timelapse/tutoriales/software/photoshop/objeto-inteligente-en-photoshop/>
PFC/Time Lapse/Paginas
Web/TimeLapsesTV/Index/Tutoriales/Software/Adobe Photoshop
- [WtlTim]** *Time-Lapse*
Time-Lapses TV
<http://timelapses.tv/timelapse/>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/TimeLapsesTV/Index/TimelapsesQuéés
- [WtlVimeo]** *Timelapses.es vimeo*
Vimeo.com
<http://vimeo.com/actpower>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/Timelapses.es vimeo/Index
- [WtrHDRI&L]** *HDRI & Luminance space*
Trinisica.com
http://www.trinisica.com/sub_learn_typedissue.asp?lv=3&mode=1&issue=002
PFC\HDR\Paginas Web\HDRI&Luminance/Index
- [WvdWel]** *Welcome to Virtual Dub*
VirtualDub.org
<http://www.virtualdub.org/>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/Virtual Dub/Index
- [WveEta]** *Introduccion a la correccion de color o etalonaje*
Videoedicion.org
<http://videoedicion.org/documentacion/article/printer/introduccion-a-la-correccion-de-color-o-etalonaje>
PFC/Time Lapse/Material/Introducción a la corrección de color o etalonaje.PDF
- [WwfDist]** *Distancia Hiperfocal*
The Web Foto.com
<http://www.thewebfoto.com/2-hacer-fotos/212-distancia-hiperfocal>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/DistanciaHiperfocal/Index
- [Wwk1394]** *IEEE 1394*
Wikipedia
<http://en.wikipedia.org/wiki/IIDC#IIDC>
PFC\3D\Bumblebee\Material\IEEE1394FireWire.PDF
- [WwkAAE]** *Adobe After Effects*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\AfterEffects.PDF
- [WwkAE]** *Adobe After Effects*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects
PFC\3D\Bumblebee\Material\AfterEffects.PDF
- [WwkAft]** *Adobe After Effects*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects
PFC/Time Lapse/Material/AfterEffects.PDF
- [WwkAni]** *Animatrónica*

- Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Animatrónica>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\Animatronica.PDF
- [WwkAP] *Adobe Premiere*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Premiere_Pro
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\AdobePremiere.PDF
- [WwkApr] *Apertura*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Apertura>
PFC\3D\Bumblebee\Material\Apertura.PDF
- [WwkAV] *Angulo de Visión*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81ngulo_de_visi%C3%B3n
PFC\3D\Bumblebee\Material\AnguloVision.PDF
- [WwkBB] *Balance de Blancos*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Balance_de_blanco
PFC\3D\Bumblebee\Material\BalanceBlancos.PDF
- [WwkBra1] *Bracketing ESP*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Bracketing>
PFC\HDR\Material\Bracketing ESP.PDF
- [WwkBra2] *Bracketing ENG*
Wikipedia
<http://en.wikipedia.org/wiki/Bracketing>
PFC\HDR\Material\Bracketing ENG.PDF
- [WwkC4D] *Cinema 4D*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Cinema_4D
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\Cinema4D.PDF
- [WwkCam] *Camaras Digitales*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_digital
PFC/Time Lapse/Material/CamaraDigital.PDF
- [WwkCat5] *Cable de categoría 5*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_Categor%C3%ADa_5
PFC\3D\Bumblebee\Material\Categoria5.PDF
- [WwkCCD] *Charge-coupled device*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_CCD
PFC\3D\Bumblebee\Material\SensorCCD.PDF
- [WwkCE] *Cámara estereoscópica*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_estereosc%C3%B3pica
PFC\3D\Bumblebee\Material\Cámara estereoscópica.PDF
- [WwkCM] *Camaras Matriciales*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1maras_matriciales
PFC\3D\Bumblebee\Material\CamarasMatriciales.PDF
- [WwkCo] *Correlación*

- Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Correlaci%C3%B3n>
PFC\HDR\Material\Correlacion.PDF
- [WwkCP] *Cinepak*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Cinepak>
PFC\3D\Bumblebee\Material\Cinepak.PDF
- [WwkDF] *Distancia Focal*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Distancia_focal
PFC\3D\Bumblebee\Material\DistanciaFocal.PDF
- [WwkDIGIC] *Magic Lantern*
Wikipedia
[http://en.wikipedia.org/wiki/Magic_Lantern_\(firmware\)#Magic_Lantern](http://en.wikipedia.org/wiki/Magic_Lantern_(firmware)#Magic_Lantern)
PFC\HDR\Material\MagicLantern.PDF
- [WwkDP] *Dynamic Photo HDR*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Photo_HDR
PFC\HDR\Material\DynamicPhotoHDR.PDF
- [WwkEd] *Etalonaje Digital*
Wikipedia.com
http://es.wikipedia.org/wiki/Etalonaje_digital
PFC/Time Lapse/Material/Etalonaje Digital.PDF
- [WwkEE] *Espacio Euclideo*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_eucl%C3%ADdeo
PFC\3D\Bumblebee\Material\EspacioEuclideo.PDF
- [WwkEP] *Escaneo Progresivo*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Escaneo_progresivo
PFC\3D\Bumblebee\Material\EscaneoProgresivo.PDF
- [WwkEpi] *Epipolar Geometry*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Epipolar_geometry
PFC\3D\Bumblebee\Material\Epipolar Geometry.PDF
- [WwkEst] *Estereoscopia*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Estereoscop%C3%ADa>
PFC\3D\Bumblebee\Material\Estereoscopia.PDF
- [WwkET] *Eye Tracking*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Seguimiento_de_ojos
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\EyeTracking.PDF
- [Wwkexif] *Exchangeable image file format*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Exchangeable_image_file_format
PFC\HDR\Material\Exif.PDF
- [WwkFenP] *Fenomeno Phi*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Fen%C3%B3meno_phi
PFC/Time Lapse/Material/FenomenoPhi.pdf
- [WwkFK] *Forward Kinematics*

- Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Forward_kinematics
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\ForwardKinematics.PDF
- [WwkFm] *Fotogrametría*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Fotogrametr%C3%ADa>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\Fotogrametría.PDF
- [WwkFn] *F-Number*
Wikipedia
<http://en.wikipedia.org/wiki/F-number>
PFC\HDR\Material\F-Number.PDF
- [WwkFSI] *Formato del sensor de imagen*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Formato_del_sensor_de_imagen
PFC\3D\Bumblebee\Material\FormatoSensorImagen.PDF
- [WwkFW] *IEEE 1394 (FireWire)*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_1394
PFC\3D\Bumblebee\Material\IEEE1394.PDF
- [WwkGC] *Gamma Correction*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Gamma_correction
PFC\3D\Bumblebee\Material\GammaCorrection.PDF
- [WwkGC] *Guión Cinematográfico*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Guion_cinematogr%C3%A1fico
PFC\ProducciónVideo\Memoria\Material\Guion.PDF
- [WwkGho] *Ghosting*
Wikipedia
[http://es.wikipedia.org/wiki/Ghosting_\(televisi%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ghosting_(televisi%C3%B3n))
PFC\HDR\Material\Ghosting.PDF
- [WwkGPIO] *General Purpose Input/Output*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/General_Purpose_Input/Output
PFC\3D\Bumblebee\Material\GeneralPurposeI-O.PDF
- [WwkHDR1] *High Dynamic Range (ESP)*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/High_dynamic_range
PFC\HDR\Material\High Dynamic Range ESP.PDF
- [WwkHDR2] *High Dynamic Range (ENG)*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/High_dynamic_range_imaging
PFC\HDR\Material\High Dynamic Range ENG.PDF
- [WwkIBL] *Image-Based Lighting*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Image-based_lighting
PFC\HDR\Material\Wiki_Image-Based Lighting.PDF
- [WwkIK] *Inverse Kinematics*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Inverse_kinematics
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\InverseKinematics.PDF
- [WwkInfo] *Infografía*

- Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Infograf%C3%ADa>
 PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\Infografia.PDF
- [WwkInt]** *Interfaz*
 Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz>
 PFC\3D\Bumblebee\Material\Interfaz.PDF
- [WwkIrra]** *Irradiancia*
 Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Irradiancia>
 PFC\HDR\Material\Irradiancia.PDF
- [WwkIU]** *Interfaz de usuario*
 Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz_de_usuario
 PFC\3D\Bumblebee\Material\InterfazUsuario.PDF
- [WwkLC]** *Luz Colimada*
 Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Luz_colimada
 PFC\3D\Bumblebee\Material\LuzColimada.PDF
- [WwkLEp]** *Latitud de exposición*
 Wikipedia
[http://es.wikipedia.org/wiki/Latitud_de_exposici%C3%B3n_\(rango_din%C3%A1mico\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Latitud_de_exposici%C3%B3n_(rango_din%C3%A1mico))
 PFC\HDR\Material\Latitud de exposicion.PDF
- [WwkLPa]** *Light Painting*
 Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Light_painting
 PFC/Time Lapse/Material/Light Painting.PDF
- [WwkMa]** *Matiz*
 Wikipedia
[http://es.wikipedia.org/wiki/Matiz_\(color\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Matiz_(color))
 PFC\3D\Bumblebee\Material\Matiz.PDF
- [WwkML]** *Microlens*
 Wikipedia
<http://en.wikipedia.org/wiki/Microlens>
 PFC\HDR\Material\Microlens.PDF
- [WwkMM]** *Match Moving*
 Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Match_moving
 PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\MatchMoving.PDF
- [WwkPA]** *Producción Audiovisual*
 Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Producción_audiovisual
 PFC\ProducciónVideo\Memoria\Material\Preproducción.PDF
- [WwkPara]** *Paralelaje*
 Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Paralaje>
 PFC\HDR\Material\Paralelaje.PDF
- [WwkPer]** *Persistencia de la visión*
 Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Persistencia_de_la_visi%C3%B3n
 PFC/Time Lapse/Material/Persistencia de la Vision.pdf

- [WwkPho]** *Adobe Photoshop*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop
PFC/Time Lapse/Material/AdobePhotoshop.PDF
- [WwkPost]** *Posterizacion*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Posterizaci%C3%B3n>
PFC/HDR/Material/Posterizacion.PDF
- [WwkPP]** *Postproducción*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Posproducción>
PFC/ProducciónVideo/Postproducción/Material/Postproducción.PDF
- [WwkQtp]** *Qtpfsgui*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Qtpfsgui>
PFC/HDR/Material/Qtpfsgui.PDF
- [WwkR]** *Rotoscopio*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Rotoscopio>
PFC/ProducciónVideo/Postproducción/Material/Rotoscopio.PDF
- [WwkRAW]** *RAW (formato)*
Wikipedia
[http://es.wikipedia.org/wiki/RAW_\(formato\)](http://es.wikipedia.org/wiki/RAW_(formato))
PFC\3D\Bumblebee\Material\RAW.PDF
- [WwkRAW2]** *Raw image format*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Raw_image_format
PFC\3D\Bumblebee\Material\RawImageFormat.PDF
- [WwkRED]** *Red Digital Cinema Camera Company*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Red_Digital_Cinema_Camera_Company
PFC/HDR/Material/Red Digital Cinema Camera Company.PDF
- [WwkRef]** *Camara Reflex Digital*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_r%C3%A9flex_digital
PFC/Time Lapse/Material/CamaraReflexDigital.PDF
- [WwkRI]** *Resolución de Imágenes*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Resoluci%C3%B3n_de_im%C3%A1genes
PFC\3D\Bumblebee\Material/ResolucionImagenes.PDF
- [WwkRJ]** *RJ-45*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>
PFC\3D\Bumblebee\Material/RJ-45.PDF
- [WwkRMS]** *Media cuadrática*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Media_cuadrática
PFC/ProducciónVideo/Postproducción/Material/MediaCuadratica.PDF
- [WwkRP]** *Resolución de Pantalla*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Resoluci%C3%B3n_de_pantalla
PFC\3D\Bumblebee\Material/ResolucionPantalla.PDF

- [WwkSat]** *Saturación*
Wikipedia
[http://es.wikipedia.org/wiki/Saturaci%C3%B3n_\(color\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Saturaci%C3%B3n_(color))
PFC\3D\Bumblebee\Material\Saturacion.PDF
- [WwkSB]** *Storyboard*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Storyboard>
PFC\ProducciónVideo\Memoria\Material\Storyboard.PDF
- [WwkSc]** *Solar cell*
Wikipedia
[http://en.wikipedia.org/wiki/Fill_factor_\(solar_cell\)#Efficiency](http://en.wikipedia.org/wiki/Fill_factor_(solar_cell)#Efficiency)
PFC\HDR\Material\SolarCell.PDF
- [WwkSCCD]** *Sensor Super CCD*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_SuperCCD
PFC\HDR\Material\Sensor Super CCD.PDF
- [WwkSh]** *Shader*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Shader>
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\Shader.PDF
- [WwkTim1]** *Time-Lapse Photography*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Time-lapse_photography
PFC/Time Lapse/Material/TimeLapse ENG.pdf
- [WwkTim2]** *Time-Lapse*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Time-lapse>
PFC/Time Lapse/Material/TimeLapse ESP.pdf
- [WwkTMa]** *Tone Mapping*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Tone_mapping
PFC\HDR\Material\ToneMapping.PDF
- [WwkTr]** *Match Moving/Tracking*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Match_moving
PFC\ProducciónVideo\Postproducción\Material\MatchMovingTracking.PDF
- [WwkTrans]** *Transmitancia*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Transmitancia>
PFC\HDR\Material\Transmitancia.PDF
- [WwkTri]** *Trípode*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%ADpode>
PFC/Time Lapse/Material/Trípode.PDF
- [WwkTri]** *Tridimensional*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Tridimensional>
PFC\3D\Bumblebee\Material\Tridimensional.PDF
- [WwkTS]** *Tilt-Shift Phtography*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Tilt-shift_photography
PFC/Time Lapse/Material/Tilt-Shift Photography.PDF

- [WwkVEx]** *Valor de exposicion*
Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Valor_de_exposici%C3%B3n
PFC\HDR\Material\Valor de exposicion.PDF
- [WwkVfW]** *Video for Windows*
Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Video_for_Windows
PFC\3D\Bumblebee\Material\VideoForWindows.PDF
- [WwkYUV]** *YUV*
Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/YUV>
PFC\3D\Bumblebee\Material\YUV.PDF
- [WxaQue]** *¿Que es una cámara réflex digital? Especial Fotografía*
xataka.com
<http://www.xataka.com/fotografia/que-es-una-camara-reflex-digital-especial-fotografia>
PFC/Time Lapse/Paginas Web/ Que es una cámara réflex digital/Index
- [WxfAMP]** *AMP: Vídeo en HDR captado con tres sensores a la vez*
Xatakafoto.com
<http://www.xatakafoto.com/actualidad/amp-video-en-hdr-captado-con-tres-sensores-a-la-vez>
PFC\HDR\Paginas Web\AMP_xataka/Index

7.5. Material Multimedia:

- [Mbbk01]** *Video vs Fotografía*
Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=IISOBNBsLy8>
PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 1. Vídeo vs Fotografía
- [Mbbk02]** *Disparo de fotografías a intervalos*
Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=D6xjAQiQ6-4&feature=relmfu>
PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 2. Disparo de fotografías a intervalos
- [Mbbk03]** *Consideraciones basicas*
Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=QMGphwYThGA&feature=relmfu>
PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 3. Consideraciones básicas
- [Mbbk04]** *Equipo de trabajo*
Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=YFdeiOy8xmU&feature=relmfu>
PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 4. Equipo de Trabajo
- [Mbbk05]** *Captura y Edición*
Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=9quSwg4u7-Q&feature=relmfu>
PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 5. Captura y Edición(720p_H.264-AAC)

- [Mbbk06]** *Técnicas Timelapse*
 Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=AjPqEHPmlk>
 PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 6. Técnicas Timelapse(720p_H.264-AAC)
- [Mbbk07]** *Diferentes usos del Timelapse*
 Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=zZowcUzMYK0&feature=relmfu>
 PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 7. Diferentes usos del timelapse(720p_H.264-AAC)
- [Mbbk08]** *Experiencia de Nilo Merino con Tom Lowe*
 Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=RmU0WkWrmZE&feature=relmfu>
 PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 8. Experiencia de Nilo Merino con Tom Lowe(720p_H.264-AAC)
- [Mbbk09]** *Sistemas de control de movimiento*
 Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=kMkb3Rlo1RY&feature=relmfu>
 PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 9. Sistemas de control de movimiento(720p_H.264-AAC)
- [Mbbk10]** *Nilo Merino sobre iluminación*
 Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=fPDz5NSxYys&feature=relmfu>
 PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 10. Nilo Merino sobre iluminación(720p_H.264-AAC)
- [Mbbk11]** *Reflexión de Nilo Merino sobre el tiempo*
 Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=J0w9-WZj91Y&feature=relmfu>
 PFC/Time Lapse/Multimedia/TIMELAPSE TUTORIAL (BBKwebTV)/TIMELAPSE TUTORIAL - 11. Reflexión de Nilo Merino sobre el tiempo(720p_H.264-AAC)
- [MdwdP]** *Hacer una fotografía HDR, con Dynamic-Photo HDR*
 Youtube.com
http://www.youtube.com/watch?v=MzN34_eNao8&feature=player_embedded
 PFC\HDR\Multimedia\HDR con Dynamic-PhotoHDR.MP4
- [MgoEncoder]** *HDR video: goHDR Encoder Tutorial*
 goHDR2010 Channel
http://www.youtube.com/watch?v=_LUqXGkAzBE
 PFC\HDR\Multimedia\goHDR Media Encoder.MP4
- [MgoPlayer]** *HDR video: goHDR Media Player*
 goHDR2010 Channel
<http://www.youtube.com/watch?v=uBau4tzEnqA>
 PFC\HDR\Multimedia\goHDR Media Player.MP4
- [MmdJosh1]** *Mindrelic - Manhattan in motion*
 Vimeo.com
<http://vimeo.com/24492485>
 PFC/Time Lapse/Multimedia/Mindrelic/Mindrelic - Manhattan in motion
- [MmdJosh2]** *Sacred Lands - Eastern California - Mindrelic Timelapse*
 Vimeo.com
<http://vimeo.com/16597979>
 PFC/Time Lapse/Multimedia/Mindrelic/Sacred Lands - Eastern California - Mindrelic Timelapse

- [MmdJosh3] NYC - Mindrelic Timelapse
Vimeo.com
<http://vimeo.com/18554749>
PFC/Time Lapse/Multimedia/Mindrelic/NYC - Mindrelic Timelapse
- [MsmHDR] HDR Video Demonstration Using Two Canon 5D mark II's
Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=BlcLW2nrHaM>
PFC\HDR\Multimedia\HDR Soviet Montage.MP4
- [MtIFlick1] TimelapsesTV - Flicker
Vimeo.com
<http://vimeo.com/5489705>
PFC/Time Lapse/Multimedia/Parpadeo/TimelapsesTV - Flicker
- [MtIFlick2] Ejemplo Parpadeo (Clouds2)
Youtube.com
<http://www.youtube.com/watch?v=dpmtctLgeAI>
PFC/Time Lapse/Multimedia/Parpadeo/Ejemplo Parpadeo (Clouds2)

7.6. Lista de Acrónimos:

- 3G.** *3rd generation mobile telecommunications.* Telecomunicaciones móviles de tercera generación.
- AVI.** *Audio Video Interleave.* Formato contenedor de audio y video.
- BMP.** *BitMaP (Bit Mapped Picture).* Mapa de bits.
- BMP.** *Windows bitmap, BitMaP (Bit Mapped Picture),* mapa de bits.
- CCD.** *Charge-coupled device,* Dispositivo de Carga Acoplada.
- CMOS.** *Complementary metal-oxide-semiconductor.*
- CMOS.** *Complementary Metal-Oxide-Semiconductor.* Semiconductores de Metal-Óxido Complementario.
- CRT.** *Cathode Ray Tube.* Tubo de rayos catódicos.
- CS3.** Versión de 'Adobe Photoshop' y 'Adobe After Effects' que hemos utilizado.
- DivX.** Conjunto de productos de software desarrollados por DivX, Inc. En la actualidad códec de compresión.
- DSLR.** *Digital Single Lens Reflex,* Cámaras digitales reflex de único objetivo.
- DVCPRO HD.** DVCPRO, variante del DVC (Digital Video Cassette). DVCPRO HD, DVCPRO en alta definición (High Definition).
- FLV.** *Flash Video.* Formato contenedor propietario.
- FPS (o fps).** *Frames per second,* Imágenes por segundo.
- GPL.** *General Public Licence.* Licencia Publica General.
- HD.** *High Definition,* Alta definición.
- HDR.** *High Dynamic Range.* Alto rango dinámico.
- HDTV.** *High Definition Television,* Televisión de alta definición.
- HDV.** *High Definition Video,* Video de alta definición.
- ISO.** *International Organization for Standardization,* Organizacion Internacional para la Estandarizacion.
- JPEG.** *Joint Photographic Experts Group,* Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía.
- JPEG.** *Joint Photographic Experts Group.* Grupo de expertos en fotografía. Comité de expertos que creó el estándar de compresión y codificación de archivos de imágenes fijas JPEG.
- LCD.** *Liquid crystal display.* Pantalla de cristal liquido.
- MPEG.** *Moving Picture Experts Group.*
- PAL.** *Phase Alternating Line,* Linea de fase alternada.

PBM. *Portable Bitmap Format.* Formato Bitmap Portatil. Formato de imagen.

PNG. *Portable Network Graphics.* Formato gráfico basado en un algoritmo de compresión sin pérdida para Bitmaps no sujeto a patentes.

PPM. *Portable Pixel Map.* Mapa de Pixel Portátil. Formato de imagen.

PX. Pixel.

RAW. *Raw image file, "Crudo"* Formato de imágenes sin modificaciones.

RGB. *Red Green Blue.* Rojo Verde Azul.

SLR. *Single Lens Reflex.* Camaras reflex de unico objetivo.

SWF. *Small Web Format.*

TIFF. *Tagged Image File Format.* Formato de fichero para imágenes.

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Elaboración de un videoclip mediante las técnicas de 3D, Time-Lapse y HDR con posterior Postproducción con Cinema 4D y After Effects.

Asier Salvo Borda

10 septiembre 2012



upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira

ÍNDICE

- **Introducción y objetivos**
- **Tecnologías**
- **Producción del Vídeo**
- **Conclusiones**

- **Vídeo**

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

■ ¿Por qué hemos querido hacer el vídeo?

- Time-Lapse
- HDR
- Vídeo 3D
- Postproducción

Técnicas atractivas
y nuevas

■ *Objetivo:* Investigar y unir las todas ellas.

■ Estructura del proyecto

- Estudio de las tecnologías
- Las tecnologías en la práctica

Estudio de las tecnologías

- **Definición**
- **Historia**
- **Elementos base**
- **Equipamiento**
- **Programas necesarios**
- **Aplicaciones practicas**

Las tecnologías en la práctica

- **Producción del vídeo**
- **Estructura clásica**
 - **Preproducción**
 - **Producción**
 - **Postproducción**

TECNOLOGÍAS

■ Time-Lapse:

- Vídeo realizado mediante la captación de imágenes fijas muy espaciadas en el tiempo que posteriormente son reproducidas a una mayor velocidad de la que fueron tomadas, creando la ilusión de imágenes en movimiento.

■ ¿Qué necesitamos?

- Cámara
- Intervalometro
- Trípode
- Alimentación
- Ordenador



TECNOLOGÍAS

■ Time-Lapse

■ Intervalo entre cada exposición

$$\text{Tiempo entre exposición} = \frac{\text{Duración del evento}}{\text{Nº de imágenes necesarias}}$$

$$\text{Nº de imágenes necesarias} = \frac{\text{fps}}{\text{Duración del Time-Lapse}}$$

■ Creación del Time-Lapse

- Software edición de vídeo
- Determinar la velocidad de fps

TECNOLOGÍAS

■ HDR:

- *High Dynamic Range*, son imágenes de alto rango dinámico.
- Conjunto de técnicas que permiten ampliar el rango de luminancias entre las zonas más claras y más oscuras de una imagen.
- *Rango Dinámico*: relación entre la mayor y la menor luminosidad de la escena.



TECNOLOGÍAS

■ HDR:

■ Tipos de HDR:

■ *Bracketing*:

Consiste en la toma de varias imágenes de la misma escena, variando entre cada una de ellas uno o varios parámetros de la exposición.

■ *Pseudo HDR. HDR a partir de una fotografía*:

Se trata de modificar mediante software la exposición de una única fotografía para posteriormente realizar un *bracketing* de exposición.

■ Tone Mapping:

Se trata de asignar un conjunto de colores a otro con el fin de aproximar la aparición de imágenes de alto rango dinámico a un medio con un rango dinámico más limitado.

TECNOLOGÍAS

■ HDR:

■ Maneras de hacer un HDR:

■ Cámaras con 2 sensores:

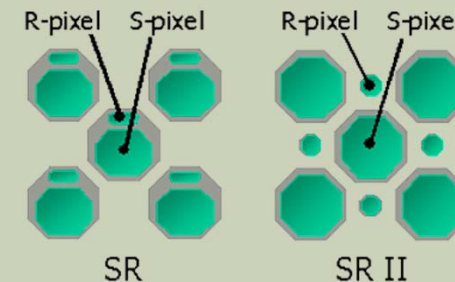
El haz de luz se proyecta sobre dos sensores que recogen diferentes exposiciones. Una más expuesta que la otra.

■ Cámaras con 3 sensores:

Dividimos el haz de luz para cada uno de los 3 sensores, consiguiendo 3 imágenes diferentes con diferentes exposiciones en el mismo instante.

■ Dos cámaras diferentes:

Realizamos dos imágenes con diferentes exposiciones en el mismo instante de tiempo mediante el uso de dos cámaras diferentes.



TECNOLOGÍAS

■ Vídeo 3D:

- **Estereoscopia:** ó imagen 3D es cualquier técnica capaz de recoger información visual tridimensional y/o crear la ilusión de profundidad en una imagen.
- **Limites:**
 - **Resolución 2D-3D**

A mayor resolución del par de imágenes 2D, mayor será la resolución de profundidad de la imagen 3D creada, mejor sensación de tridimensionalidad final.
 - **Distancia**

Importante tener en cuenta la distancia interocular humana, 6'5 cm, a la hora de separar las imágenes izquierda y derecha, puesto que nuestra visión se encuentra relajada.
 - **Convergencia**

Distancia a la cual enfocamos un objeto, es importante tenerlo en cuenta a la hora de colocar objetos 3D en la pantalla.

TECNOLOGÍAS

■ Vídeo 3D:

■ Cámaras:

- Las cámaras 3D intentan imitar el comportamiento de la visión binocular humana. Utilizan dos objetivos para captar dos imágenes separadas con las que crear la tridimensionalidad final.
- Sistemas empleados:
 - Una cámara especial con dos objetivos
 - Uso de dos cámaras iguales
 - Uso de un único objetivo



TECNOLOGÍAS

■ Vídeo 3D:

■ Cámara: *Bumblebee2*

- Sensor CCD, ICX204
- Balance de blancos Manual o Automatico
- Conexión IEEE 1394 (FireWire)
- Conector GPIO 12 pines.
- Formatos de imagen: YUV y RGB
- Memoria interna
- Compresión Cinepak
- Software: FlyCapture SDK



TECNOLOGÍAS

■ Vídeo 3D:

■ Software 3D: *Específico para la creación de vídeo 3D*

■ Sony Vegas Pro 11

- Proyecto 3D Estereoscópico
 - Permite la separación automática de la cámara izquierda y derecha.
 - Diferentes modos 3D configurables.

■ Adobe After Effects CS6

- Rig de Cámara 3D
 - A partir de dos vídeos diferentes, cada uno de cada cámara, genera un rig de cámara 3D virtual.
 - Se asigna cada vídeo a cada cámara del rig.
 - Se genera automáticamente una visión estereoscópica en el modo 3D que seleccionemos.



PRODUCCIÓN

Objetivo: Fusionar las técnicas investigadas en la creación de un único vídeo.

- Estructura Practica clásica.
- Estructura del vídeo:
 - **Introducción:**
 - Modelado del titulo de la canción y del grupo mediante *Cinema 4D*
 - Uso del plugin '*Pyrocluster Particles*', movimientos de cámara y luces.
 - **Cuerpo:**
 - Las grabaciones realizadas con la *Bumblebee2*.
 - Vídeo 3D, HDR y Time-Lapse.
 - **Final:**
 - Modelado de un logo mediante *Cinema 4D*, que trackearemos mediante *SynthEye* en el vídeo, añadiendo el movimiento final mediante *Cinema 4D*

PRODUCCIÓN

■ Preproducción:

- Desarrollo de la canción (*Delorean – Real Love*)
- Materiales necesarios
- Storyboard
- Lugares de grabación
- Plan de grabación

PRODUCCIÓN

■ Preproducción:

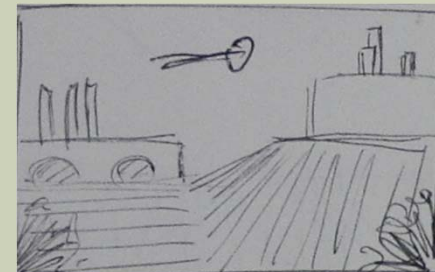
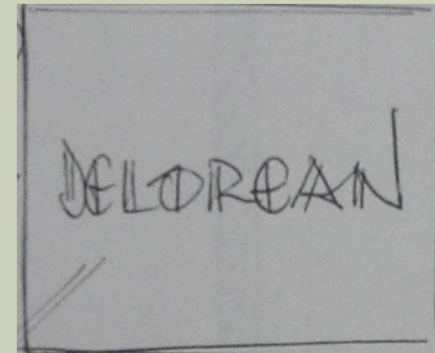
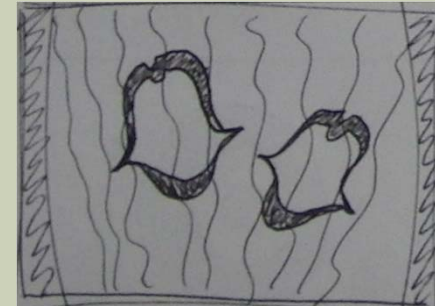
- **Desarrollo de la canción (Delorean – Real Love):**
 - Desglose temporal de la canción, estudio de la estructura de la canción
- **Equipamiento:**
 - Cámara de Vídeo 3D Bumblebee2
 - Conexión y funcionamiento de la cámara: FireWire, CPU, PCI, pantalla, ratón, teclado, soporte, etc.
 - Atrezzo: cartón, telas, palos de sujeción, pintura, etc.
 - Postproducción: Ordenador, USB, Software (*Cinema 4D, SynthEyes, After Effects, Premiere Pro*)

PRODUCCIÓN

■ Preproducción:

■ *Storyboard:*

- Estructura en escenas (19 en total)
- Contenido de cada escena:
 - Duración
 - Tipo de transición a siguiente escena
 - Música
 - Elementos utilizados



PRODUCCIÓN

■ Preproducción:

■ *Lugares de grabación:*

- Laboratorio de TV de la UPNA.
- Exteriores, desde el laboratorio. Tener en cuenta limitaciones de la cámara.
 - Alimentación
 - Obligatorio el uso del ordenador
 - Cableado limitado



PRODUCCIÓN

■ Preproducción:

■ Plan de grabación:

1. 30 Julio	31	1 Agosto. Entrega Storyboard final. <i>Quedar Mikel.</i>	2. Plantear estructura Iluminación.	3. MEMORIA. Hablar Gorka Iluminación.	4. MEMORIA. Material.	5. MEMORIA. Material.
6. Preparación. Preparación estructuras iluminación. Terminar material si hace falta.	7. Preparación. Preparar toda la estructura necesaria para la cámara. Terminar material.	8. Preparación. Terminar material si hace falta.	9. Preparación. Lo que sea necesario.	10. Preparación. Lo que sea necesario.	11. MEMORIA.	12. MEMORIA.
13. Grabación. <i>TimeLapse 1.</i> Mirar meteorología.	14. Grabación. <i>TimeLapse 2.</i> Mirar meteorología.	15. Grabación. Interior 1. Grabación solo escenas interior.	16. Grabación. Interior 2. Grabación escenas croma mix exterior.	17. Grabación. Interior 3. Extra, por si no tiempo suficiente antes. Edición Cinema 4D	18. Edición Cinema 4D.	19. Edición Cinema 4D.
20. Postproducción. Montaje final vídeo. Fotografía.	21. Postproducción. Cerrar vídeo.	22. Postproducción. Terminar si queda algo.	23. Cerrar Memoria.	24. DVD final.	25	26

PRODUCCIÓN

■ Iluminación:

- La grabación en el laboratorio de TV de la UPNA necesita de una correcta iluminación.
- Plan de Iluminación previo:
 - Iluminación a 3 puntos.
 - Iluminación para el uso de *Chroma Key*.
- Desarrollo de la iluminación:
 - Disposición delantera y media de la iluminación.
 - Completamos y modificamos la estructura de la iluminación para el *Chroma Key*.

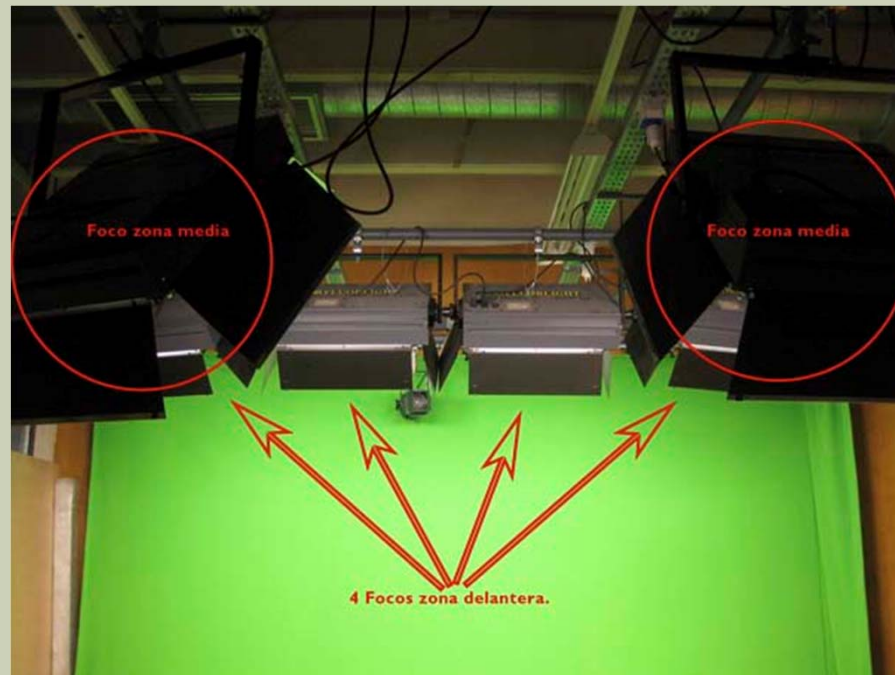
PRODUCCIÓN

■ Iluminación:

■ Desarrollo de la iluminación:

■ Disposición delantera y media de la iluminación.

- Eliminar punto trasero del objeto y centrar más la iluminación en los demás puntos de iluminación.



PRODUCCIÓN

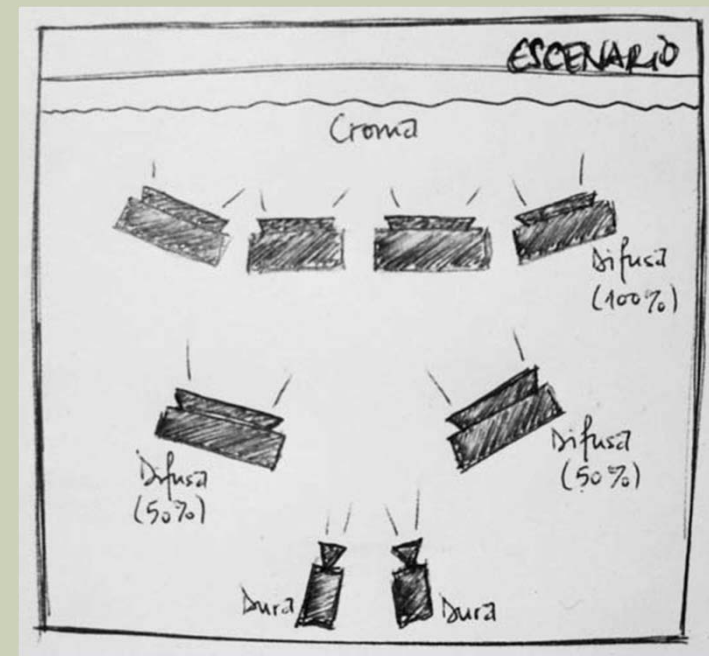
■ Iluminación

■ Desarrollo de la iluminación:

- Completamos y modificamos la estructura de la iluminación para el *Chroma Key*.

Mover luces delanteras para evitar quemar la tela.

Disminuir luz difusa media para evitar que se vea la pita.



PRODUCCIÓN

- Producción:
 - Disposición de los elementos:
 - Situar la cámara:



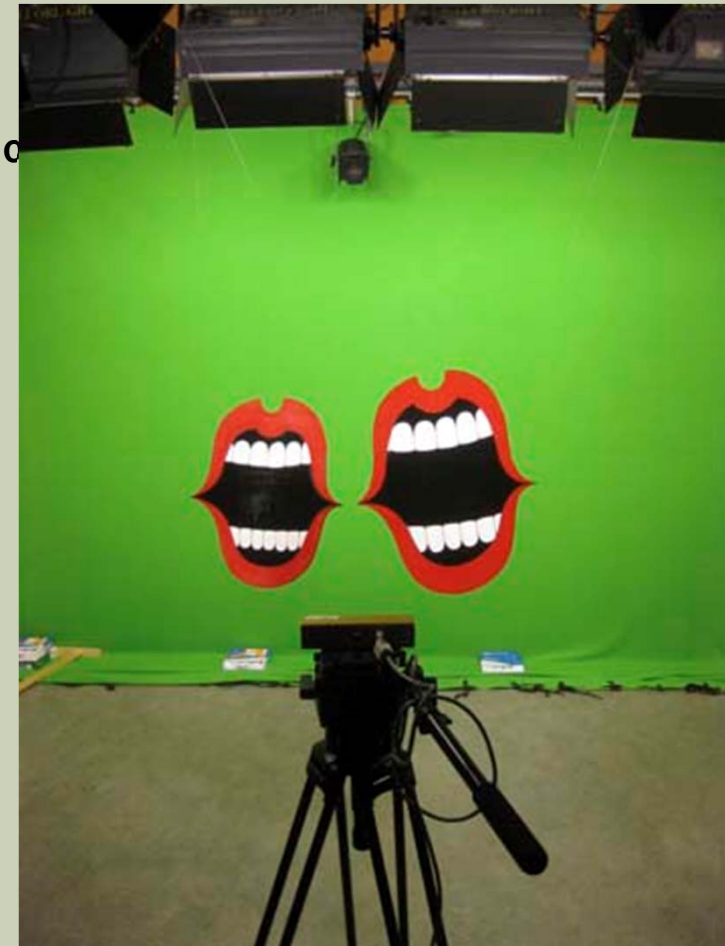
PRODUCCIÓN

- Producción:
 - Disposición de
 - Preparar corre



PRODUCCIÓN

■ Producción:



PRODUCCIÓN

■ Producción:

■ Plan de desarrollo

- Time-Lapse
- HDR
- Vídeo 3D
- Calendario de Incidencias

PRODUCCIÓN

■ Producción:

■ Plan de desarrollo:

■ *Time-Lapse*:

- **Calculo del tiempo entre exposiciones:**
 - Duración del evento = 1 hora (3600s)
 - Duración de cada Time-Lapse = 24 segundos
 - $25 \text{ fps} * 24\text{s} = 600 \text{ imágenes}$
 - $3600\text{s}/600 = 6 \text{ segundos entre cada imagen}$
- **Realización del Time-Lapse:**
 - No disponemos de disparador automático
 - Realizar y almacenar todas las capturas manualmente
- **Ejemplo:**

PRODUCCIÓN



PRODUCCIÓN

■ Producción:

■ Plan de desarrollo:

■ *HDR*:

- Limitación de la cámara: Opción de HDR en *Bumblebee2* no esta implementada.
- Realización de *Pseudo-HDR*:
 - Mediante Software de edición fotográfica (*Photoshop*).
 - Procesado fotográfico por lotes.
 - Realizar edición de todas las fotografías manualmente
- Imagen base:

PRODUCCIÓN

Imagen base bien expuesta, EV 0.



PRODUCCIÓN

■ Proceso:



PRODUCCIÓN

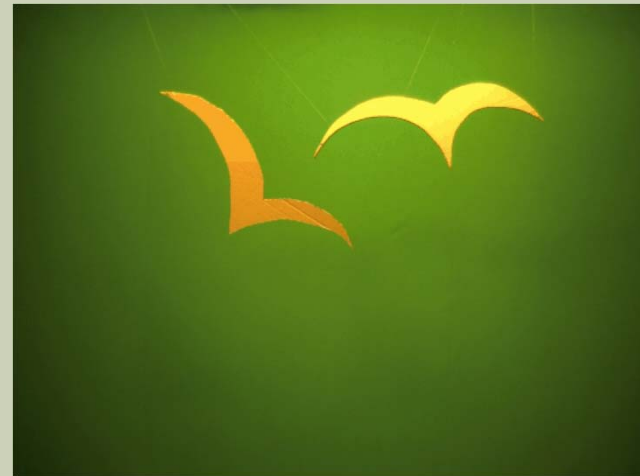
- **Vídeo HDR Time-Lapse:**
 - Edición mediante software de todos los fotogramas.
 - Fusión de los fotogramas individuales para conseguir el Pseudo HDR.
 - Creación del vídeo HDR Time-Lapse mediante software de edición de vídeo.
 - Ejemplo:

PRODUCCIÓN



PRODUCCIÓN

■ Producción:



PRODUCCIÓN

■ Producción:

■ Plan de desarrollo:

■ *Calendario de Incidencias:*

30 Julio	31	1 Agosto. Entrega Storyboard final. <i>Quedar Mikel.</i>	2. Plantear estructura iluminación.	3. MEMORIA. Hablar Gorka iluminación.	4. MEMORIA. Material!!	5. MEMORIA. Material!!
6. Preparación. Preparación estructuras iluminación.√ Material.√	7. Preparación. Realizamos Pruebas de Time Lapse. Uno por la mañana y otro por la tarde.√ Preparamos Material √	8. Preparación. Terminamos con el material.√ Pruebas con la cámara en el laboratorio. Problemas para ver y velocidad de vídeos. Problema resultado, compresión Bai.	9. Montaje y Grabación. Montaje y grabación de elementos de croma necesario.	10. Montaje y Grabación. Montaje y grabación de elementos necesarios.	11. Edición fotográfica del TimeLapse HDR 01.	12. Edición fotográfica del TimeLapse HDR 01.
13. Edición fotográfica del TimeLapse HDR 02.	14. Edición fotográfica del TimeLapse HDR 02.	15. Montaje total del vídeo.	16. Montaje total del vídeo. Repaso de calendario, vídeo y material.	17. Grabación. Interior extra.	18. Edición Cinema 4D.	19. Edición Cinema 4D.
20. Cinema 4D render. Terminar memorias.	21. Cinema 4D. Quedamos con Mikel. Desarrollo de la memoria.	22. Cinema 4D. Desarrollo de la memoria.	23. Cinema 4D y Adobe Premiere. Desarrollo de la memoria.	24. Cerrar memoria y vídeo.	25	26

PRODUCCIÓN

■ Postproducción:

- *SynthEyes*
- *Cinema 4D*
- *Adobe After Effects*
- *Adobe Premiere Pro*



PRODUCCIÓN

- **Postproducción:**

- **SynthEyes:**

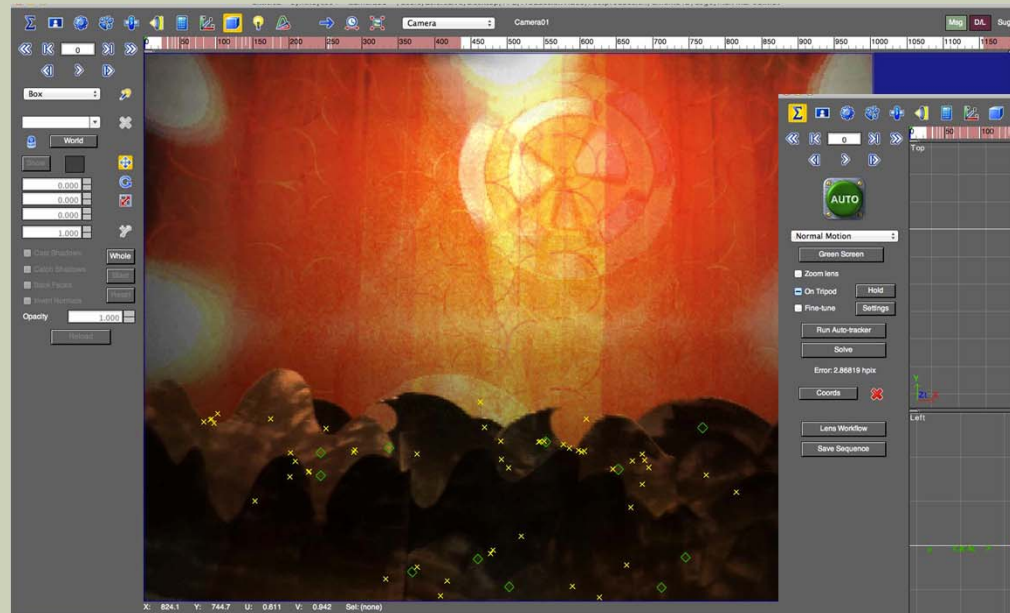
- **Final:**

- **Trackeo** escena final para obtener sus puntos de movimiento característicos.
 - Aplicamos eje de movimiento principal sobre estructura de puntos deseada.
 - Guardamos archivo de manera compatible con *Cinema 4D*, '*Lightwave Scene*'.

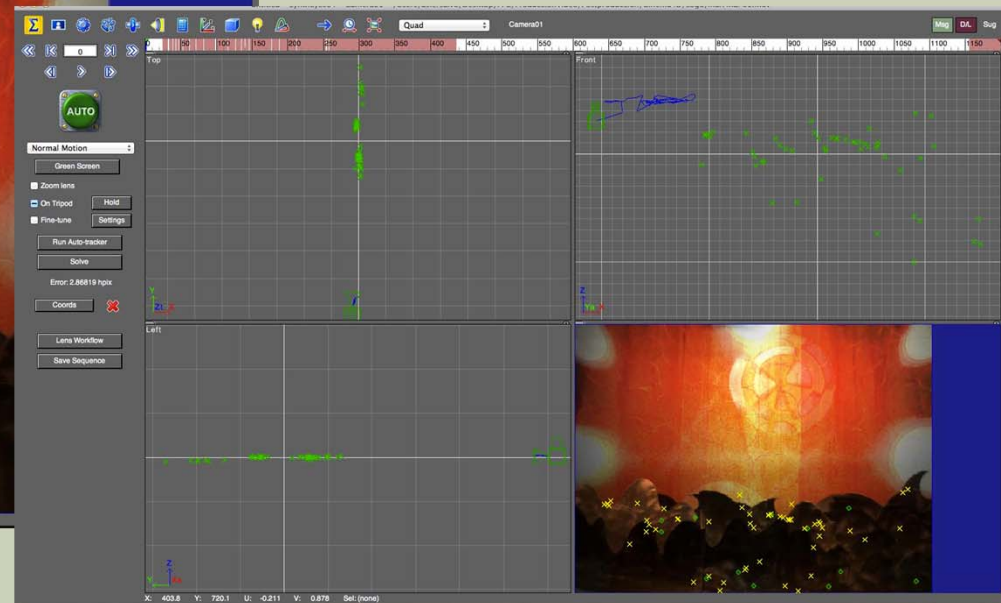
- **Ejemplo:**

PRODUCCIÓN

- Postproducción:
 - *SynthEyes*:



Obtenemos puntos de movimiento.



Elegimos eje de coordenadas.

PRODUCCIÓN

■ Postproducción:

■ *Cinema 4D*:

■ *Introducción*:

- Modelado de *'Delorean'* y *'Real Love'*.
- Transparencias, luminosidades, brillos y reflexiones, apariencia de cristal.
- Generado partículas mediante el plugin *'Pyrocluster Particles'*, mediante emisores y reflectores.
- Animado estas partículas dentro de las propias letras, triple cavidad.

- Ejemplo:

PRODUCCIÓN



PRODUCCIÓN

■ Postproducción:

■ *Cinema 4D*:

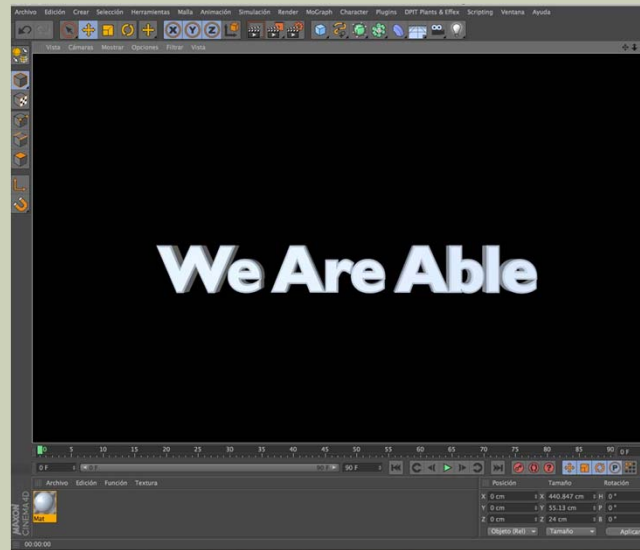
■ *Final*:

- Utilizaremos Cinema 4D sobre lo trabajado con *SynthEyes*.
- Creación del logo final.
- Aplicamos el logo a los ejes de coordenadas establecidos en la secuencia.
- El logo se moverá en función de los movimientos de los ejes.
- Animamos el logo para sus movimientos finales, entrada y salida.

■ Ejemplo:

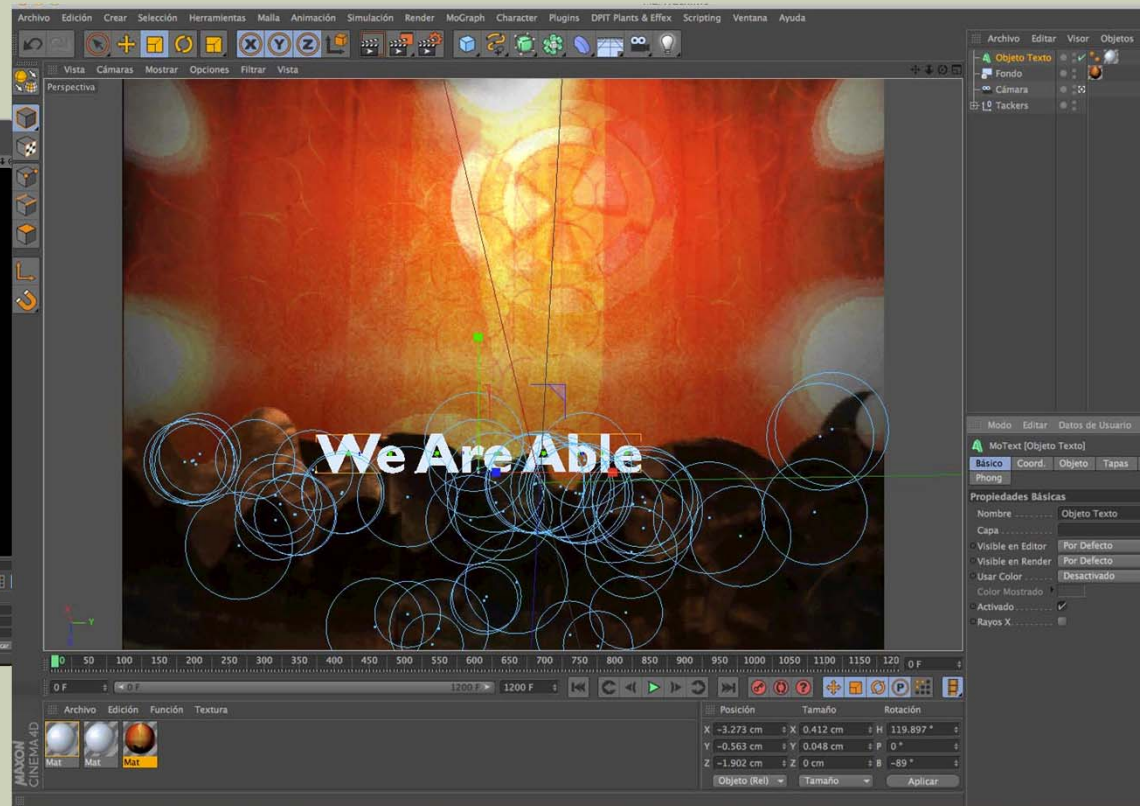
PRODUCCIÓN

- Postproducción:
 - Cinema 4D:



Logo modelado.

Ejemplo:



Logo sobre los puntos trackeados.

PRODUCCIÓN



PRODUCCIÓN

- **Postproducción:**

- ***Adobe After Effects:***

- ***Cuerpo:***

- **Uso del plugin '*Keylight*' para la creación del *Chroma Key*.**

- **Ejemplo:**

PRODUCCIÓN



El vídeo se cambia perfectamente por el Chroma.



PRODUCCIÓN

- **Postproducción:**

- ***Adobe After Effects:***

- ***Cuerpo:***

- Clonación y animación de los focos de luz.
 - Clonación de la rueda grabada sobre *Chroma Key* y animación de la misma.

- **Ejemplo:**

PRODUCCIÓN

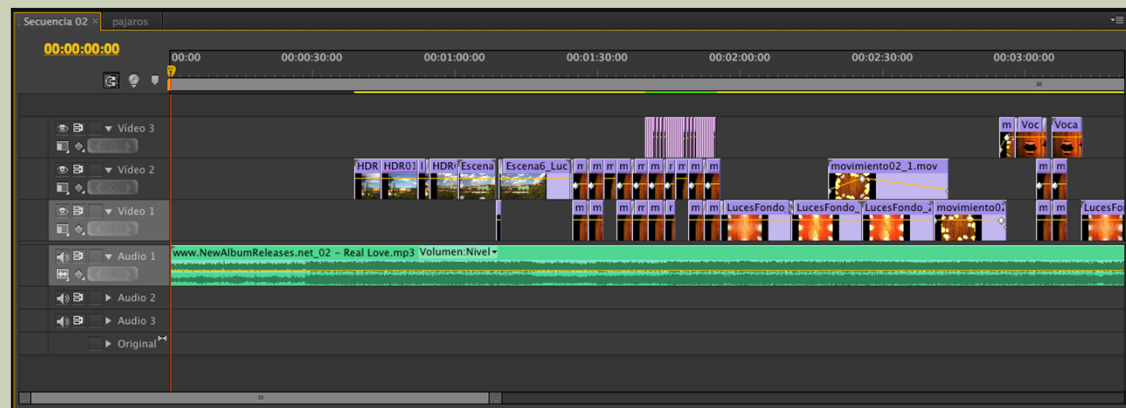


PRODUCCIÓN

■ Postproducción:

■ *Adobe Premiere Pro:*

- Montaje final de todas las partes de vídeo editadas y grabadas.
- Edición del sonido y del vídeo y su correcto montaje.



Nuestra línea de tiempo.

CONCLUSIONES

- Cumplimiento total de los objetivos.
- *Time-Lapse*:
 - Nos permite captar acontecimientos que otras técnicas no nos permiten.
- *HDR*:
 - Mejora de resultados con el uso de *.raw*
- *Vídeo 3D*:
 - Tener muy en cuenta las limitaciones físicas y la sensación 3D.
 - El avance del 3D en el mundo del Software es cada vez mayor.
- *Postproducción*:
 - Cada día es más presente.
 - Resulta barato y accesible. Buenos resultados.

Planificación es fundamental.

SOFTWARE Y HARDWARE

Hardware

Bumblebee2

Ordenador

**Iluminación
(Luces Tugnsteno)**

Kinect

**Conexiones FireWire
y GPIO**

Chroma Key

Software

**Cinema 4D
(Pyrocluster particles)**

After Effects

Plugin Keylight

Animación línea de tiempo

FlyCapture SDK

Photomatix Pro

SiteSucker

SynthEyes

Premiere Pro

Photoshop

Procesamiento por lotes

Sony Vegas Pro 11

HTTrack

DVD

- **Recopilación exhaustiva de toda la información.**
- **Disponible toda la bibliografía.**

- **Contenido del DVD:**
 - **Todas las referencias de información disponibles.**
Sin necesidad de tener conexión a Internet.
 - Archivos Word y PDF.
 - Paginas Web
 - **Tutoriales**
 - **Videotutoriales**

VÍDEO

Por último y para terminar, veremos el vídeo...

¡Espero que os guste!

¡Gracias por escuchar!

- Asier Salvo -