

EVALUACIÓN Y ESTUDIO FOTOGRAFICO
DE LA CÁMARA CION DE AJA V 1.2
Por Alfonso Parra AEC, ADFC

PRESENTACIÓN.....	3
RESOLUCION.....	4
EL INDICE DE EXPSICION Y ELRUIDO.....	11
RANGO DINAMICO.....	20
COLOR.....	34
CREDITOS	49

PRESENTACION

En este documento estudiamos la cámara CION de Aja desde el punto de vista de la dirección de fotografía, para ello hemos trabajado sobre los cuatro aspectos fundamentales de la calidad de imagen que son: la resolución, el rango dinámico, la sensibilidad y el color. Este estudio lo hemos enfocado tanto desde el punto de vista teórico como el práctico, para el primero hemos usado cartas de referencia estandarizadas como las de resolución ISO, la carta de color Macbeth o la Spydercheckr, además de otras cartas con texturas y colores. El estudio de las cartas se ha realizado con programas como Imatest o ImageJ, además de Davinci resolve, Color, o Speedgrade. La iluminación de las pruebas se ha realizado tanto en 5.600°k como en 3.200°k, con aparatos fresnel de tungsteno, KinoFlo y HMI. Los ajustes necesarios se han realizado mediante un WFM/vectorscopio en el set así como el fotómetro Sekonic L-558/Cine, y el termo colorímetro Minolta Color meter IIF, todos ellos convenientemente calibrados. Las lentes utilizadas han sido un juego de Compact Prime (CP) de zeiss. La parte práctica ha consistido en rodar en distintos lugares de Medellín, desde el seminario hasta las antiguas cocheras del ferrocarril, pasando por el espacio teatral y el taller de juguetes. En estas pruebas no se ha usado iluminación alguna. Las curvas de gamma seleccionadas han sido principalmente dos, la Normal y la Expandida 1 y sus correspondientes espacios de color CC Normal y Flat. La posproducción se ha realizado en Crayola Film, trabajando en Scratch y una parte se estudió también en BaseLight. Las imágenes que están en este documento provienen de las imágenes originales, si bien comprimidas por lo que hay que tomarlas como referencias.

LA RESOLUCION

En este apartado estudiamos la capacidad de la cámara de representar el detalle, desde las frecuencias más bajas a la más altas, es decir cómo de nítida se muestra la imagen que la cámara construye en los distintos formatos que ofrece.

LA RESOLUCIÓN

La cámara puede trabajar con distintos formatos y por lo tanto a diferentes resoluciones, desde el HD hasta el 4k pasando por el UHD. Para el estudio de la resolución en su conjunto incluyendo las lentes CP, hemos utilizado las cartas de resolución ISO 12233, analizadas por Imatest, además nuestras cartas habituales de telas con textura, el bodegón y el rodaje de planos específicos en localizaciones naturales. Hemos comparado igualmente los distintos resultados con otras cámaras a igual formato, aunque con lentes diferentes, que sirve para tener una referencia de lugar que ocupa la cámara en el amplio abanico que se ofrece a los profesionales. En general las distintas cartas se han rodado con una lente CP 50mm a T5.6, en prores 444 y con una gamma Normal, CC Normal.

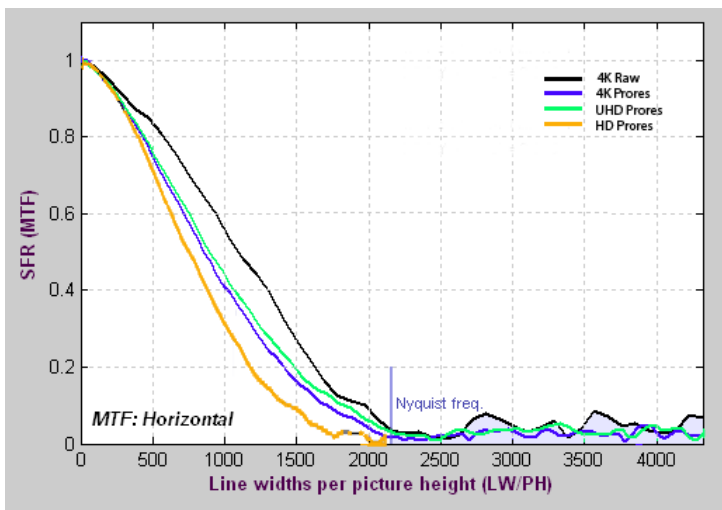
Vemos las curvas MTF de los distintos formatos que ofrece la cámara. Como se puede observar el formato que ofrece mayor resolución es cuando grabamos en RAW, los formatos 4K y UHD presentan una resolución muy similar, y por último la resolución HD. En la tabla mostramos los valores que hemos obtenido con los cuatro formatos al 50%

Valores MTF al 50%	
Raw (DNG)	1052 Lw/ph
4K Prores 444	857 Lw/ph
UHD Prores 444	892 Lw/ph
2K Prores 444	748 Lw/ph
HD Prores 444	747 Lw/ph

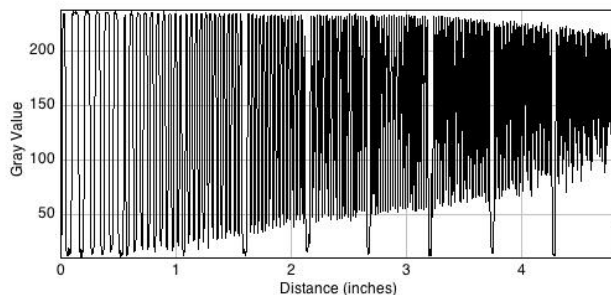
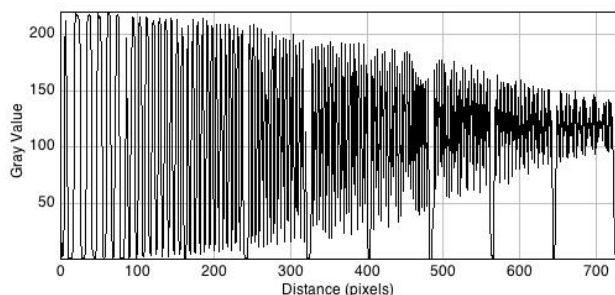
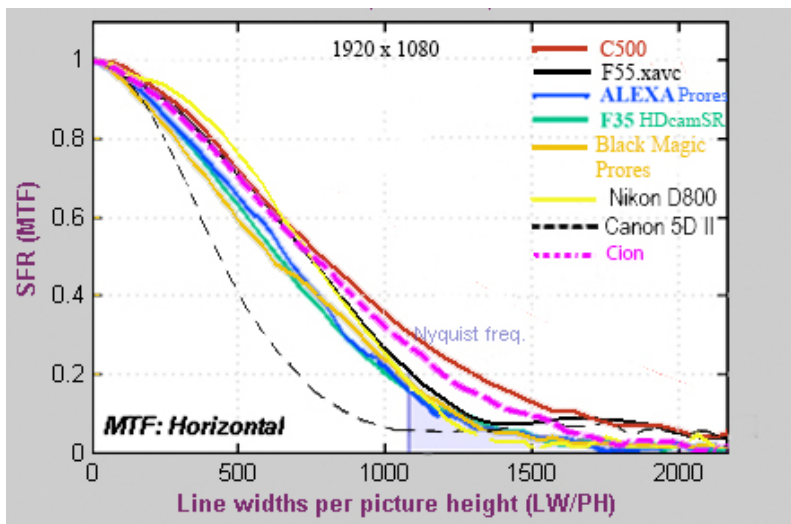
En las frecuencias medias y altas comparadas con las otras cámaras, muestra una buena textura y en últimas instancia buena capacidad para capturar el detalle fino a esa resolución.

Lo que nos sorprende es la moderada resolución que presenta la cámara en los formatos 4k grabados en prores, incluso en Raw. El valor de dicha resolución está por debajo de otras cámaras.

Otra forma de ver las distintas resoluciones es utilizar un perfil de las líneas de resolución, en este caso mediante el uso del software ImageJ.



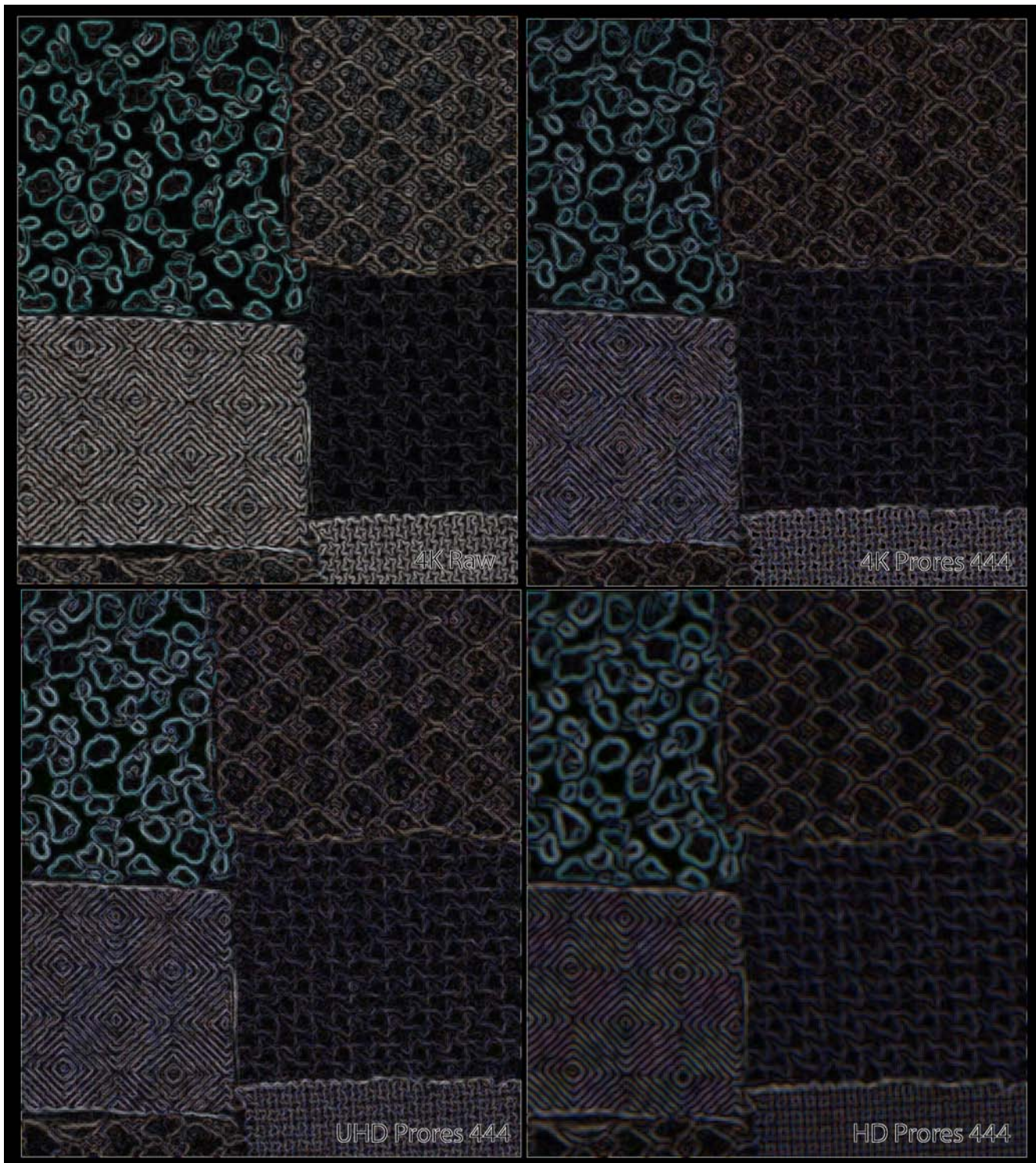
Vemos que la resolución en formatos HD y 2K están dentro de los parámetros normales, de hecho incluimos aquí una gráfico con la comparación de dichos formatos con otras cámaras; aquí se puede comprobar que la cámara CION mantiene un alto contraste, en la misma línea que otras cámaras de alta gama como la F55 y cercana a la C500 en las frecuencias bajas.



En la gráfica de la izquierda mostramos el perfil de las líneas de resolución horizontal en HD frente al gráfico de la derecha que muestra ese mismo perfil en formato Raw 4K (DNG). Es notoria la diferencia de nitidez que podemos observar, cuanto más ancho es el trazado vertical mayor resolución tenemos. Básicamente estos trazados muestran lo mismo que vimos en el primer gráfico de curvas MTF. ¿Cómo se ve esto en la realidad?, ¿en una imagen más allá de las cartas?. Aquí muestro el recorte ampliado de un fotograma de la carta de texturas.



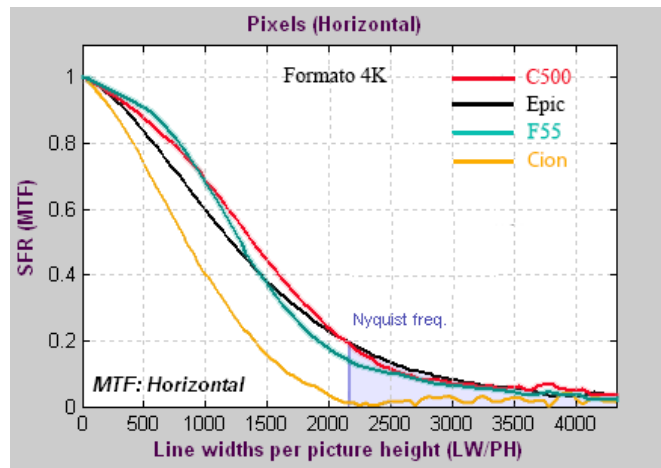
Puede verse claramente la diferencia de nitidez entre el formato RAW y el resto, así como la similitud entre el 4K y el UHD, siendo la menor la del formato HD, para verlo con más claridad he pasado la imagen por el detector bordes.



Si nos fijamos en los bordes de las distintas telas veremos la diferencia de nitidez que se dan entre los distintos formatos, por ejemplo en la tela de flores de la parte superior izquierda, igualmente con las telas con tramas diagonales. Desde el punto de vista de la resolución sin duda el formato Raw es muy superior, si bien necesita la cámara de un grabador externo, no siempre al alcance y no siempre cómodo a la hora trabajar. También se observa que el formato UHD es ligeramente más nítido que el 4K como se mostraba también en las curvas MTF.

Para hacernos una idea de la resolución a 4K pongo esta comparación con dos cámaras distintas, que si bien han utilizado una lente diferente a la usada con la CION, esto no justifica la gran diferencia que hay entre ellas.

En la grafica de las curvas MTF vemos cómo la resolución de la cámara CION está por debajo de las otras cámaras de una forma significativa. Por ejemplo, a un valor de 1000TV CION muestra un contraste del 40% mientras que una Epic esta en el 60% o el 70% en el caso de la F55 y la C500. Esto se puede apreciar de una forma más visual en las comparaciones que pongo a continuación de nuestra carta *Prêt-à-porter*. En la imagen de la izquierda comparamos en el formato 4K con la F55 y su codec XAVC, en la imagen de la derecha comparo el formato UHD con la cámara Epic. Se ven las claras diferencia especialmente en la tela de flores que se muestra mucho menos nítida con la CION.



A continuación veamos como se manifiestan las distintas resoluciones en el estudio de nuestro bodegón. He puesto la comparación entre el formato 4K (Prores) y el formato HD, recortando una parte del mismo y ampliándolo x800. Efectivamente se puede ver una ligera diferencia en el detalle y textura de los gajos de la naranja, así como en la tela azul con las hojas. En la papaya igualmente hay algo de más de nitidez en el formato 4k. Pero lo cierto es que estas diferencias están muy por debajo de lo que cabría esperar entre dos formatos tan distintos, de hecho con esta imagen mostramos que entre el 4K y el HD tan solo hay una diferencia de una 110 TV lines como vimos en la tabla anterior.



El por qué de esta tan pequeña diferencia entre ambos formatos, quizás haya que atribuirlo a la voluntad del fabricante de crear una imagen en 4K, más suave de lo que vemos en otras cámaras, quizás para darle como ellos mismos indican, una apariencia más cinematográfica, más suave para con las pieles y contornos menos nítidos. Nos podemos aventurar a pensar que el filtro OLPF que está usando la cámara está diseñado para 2K.

A continuación presentamos un fotograma de una vista panorámica de la ciudad de Medellín, donde se puede apreciar la suavidad de imagen (vista ampliada).





Curva de Gamma Normal. CC Normal. Focal 15mm. UHD. T 11. ISO 320. 5600°K. Filtro Polarizador + ND degradado corte suave 0.9



EL INDICE DE EXPOSICIÓN Y EL RUIDO

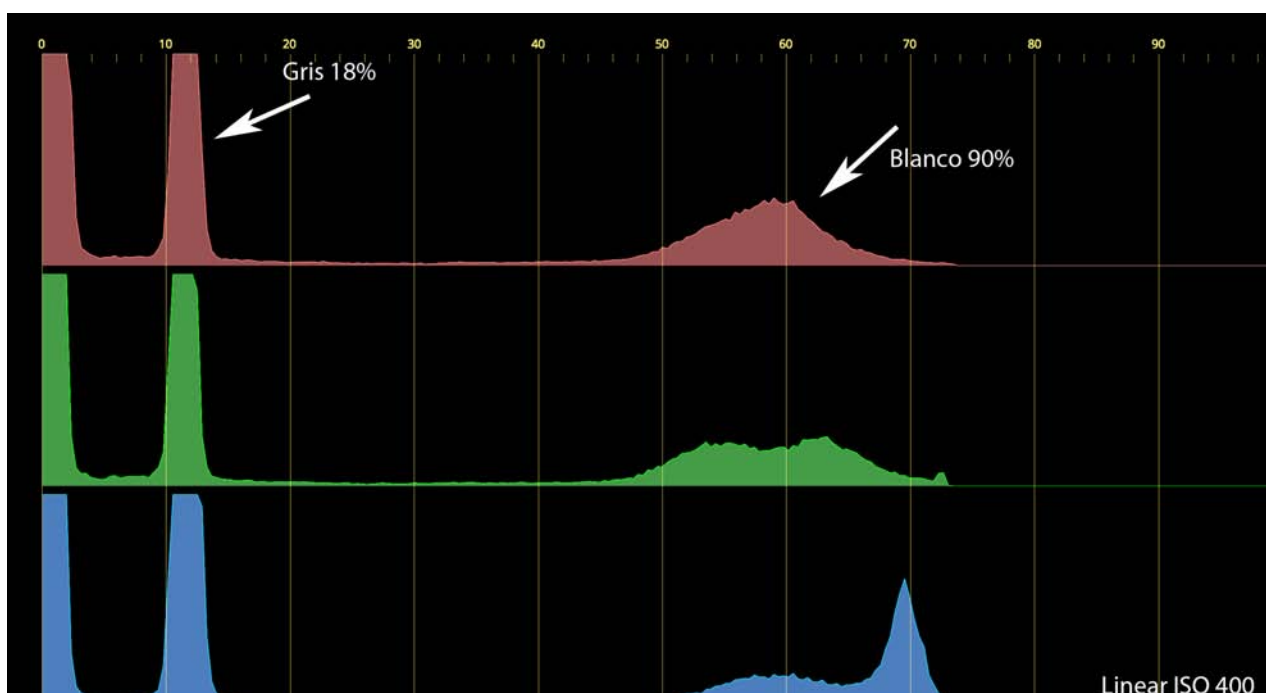
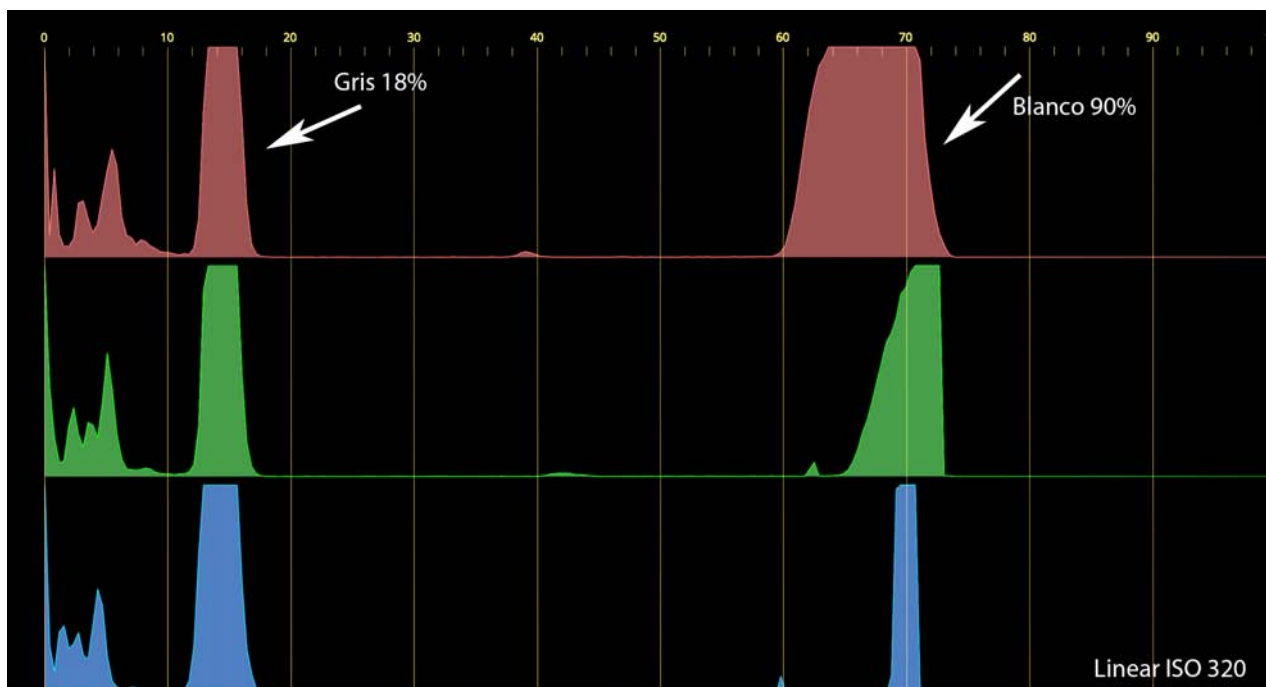
En este apartado estudiamos la sensibilidad de la cámara, buscando primero el IE nominal para determinar finalmente el efectivo considerando el nivel de ruido en distintas exposiciones.

EVALUACIÓN NOMINAL/EFFECTIVA DEL ÍNDICE DE EXPOSICIÓN (IE).

Para la evaluación del índice de exposición nominal hemos comenzado por estudiar los distintos valores ISO que ofrece la cámara grabándolos en modo lineal, esto es, sin aplicación de la curva de gamma, para estudiar los valores obtenidos y compararlos con la norma ISO 12232:1998, que establece que un blanco de reflectancia del 100% da un valor en la cámara del 70% y que el valor del gris medio 18% dará un valor del 12.7% de saturación (gamma 2.2 y sRGB). Para realizar esta prueba hemos grabado una carta gris 18% y una blanca de reflectancia del 90% iluminadas con 2000 lux y a una temperatura de color de 3.200°K, partiendo de la exposición recomendada por el fabricante de ISO 320. Una vez iluminadas las cartas hemos puesto el valor T de forma que el blanco esté en el límite del recorte, o saturación en el monitor de ondas.



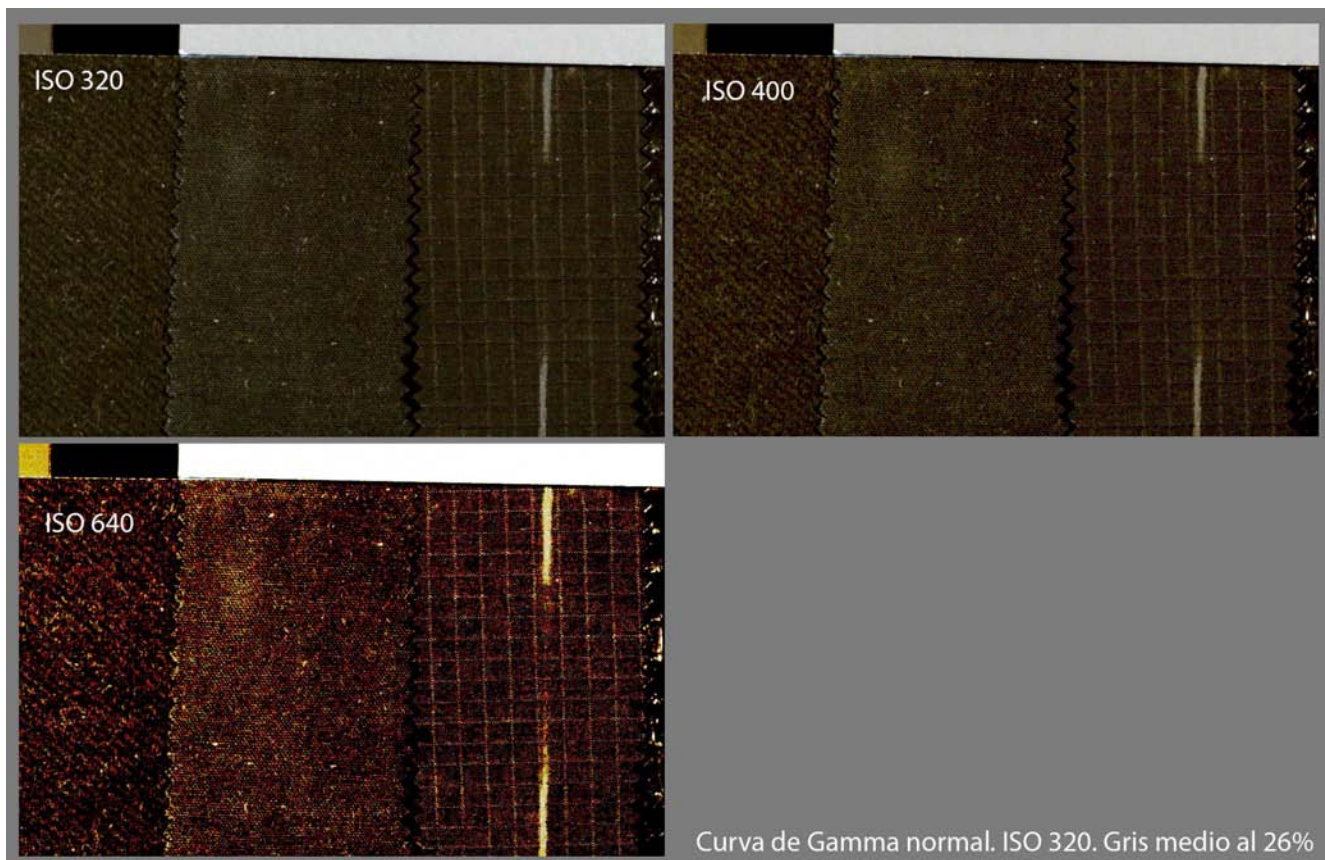
Carta gris 18% y blanco del 90% grabados en modo lineal.



Lo primero que hay que indicar es que el canal azul siempre recorta antes que los otros dos canales, no siendo así neutro el gris, que nosotros hemos corregido en posproducción para que lo fuera. En el Histograma superior vemos que el valor del gris 18% está ligeramente por encima del valor del 12.7% que señala la norma, estando alrededor del 15%, igual pasa con el blanco que está cerca del 70 cuando al ser este del 90% y no del 100% debería estar entorno al 60%, además podemos observar como existe un recorte en el canal verde y en el azul del blanco. Con esta primera aproximación podemos pensar que la sensibilidad nominal es algo superior a lo que indica el fabricante.

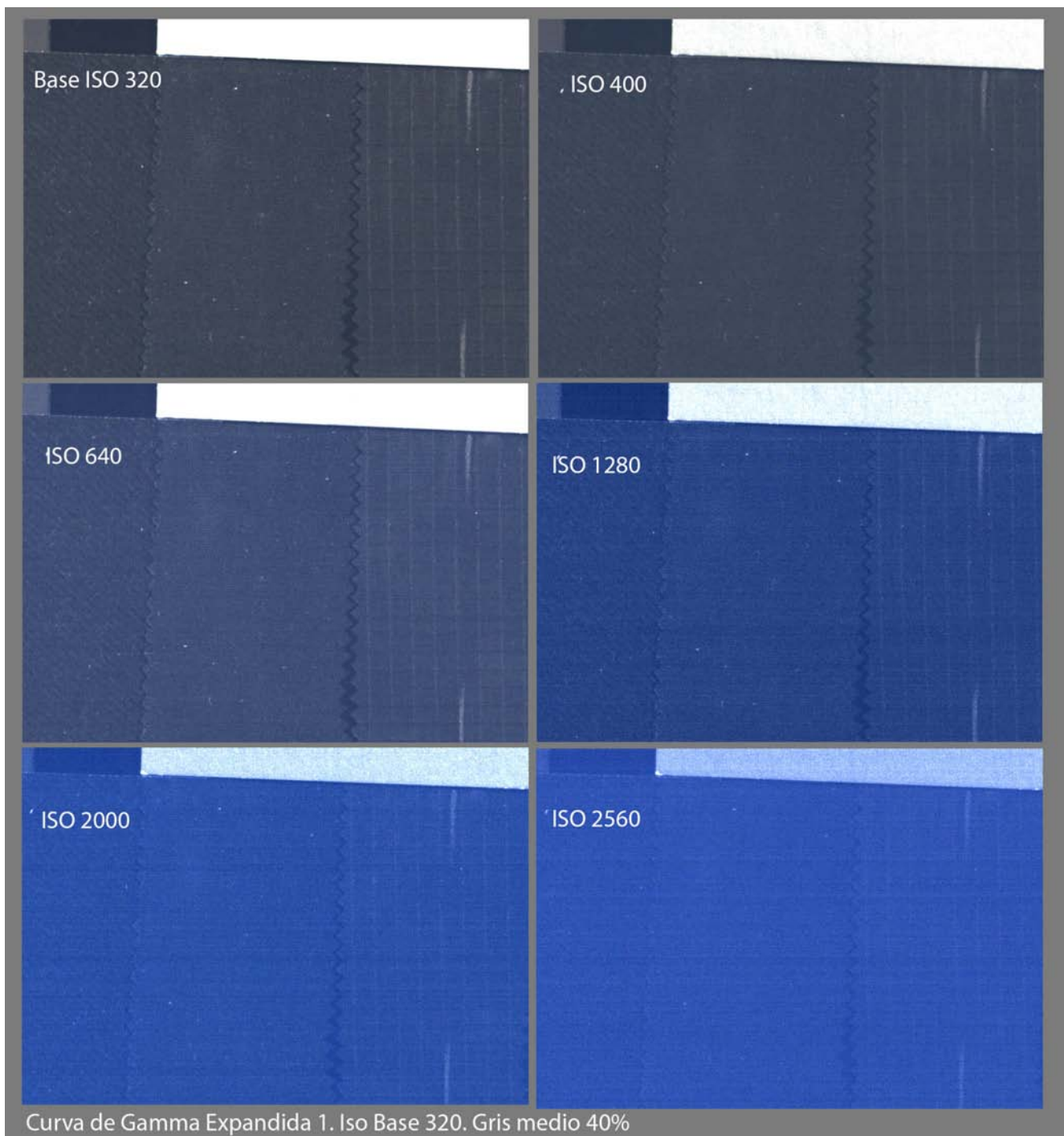
El histograma inferior corresponde a nuestra carta de la muerte CDM, con -1/2 de exposición respecto del valor de la saturación base, esto es, un valor ISO de alrededor de los 400/500, y como vemos tanto el gris 18% como los blancos se sitúan muy próximos a los valores normativos del estándar. Podemos así señalar que IE Nominal se encuentra en un valor alrededor de los 400 ISO.

Comenzamos ahora por buscar el IE efectivo mirando nuestra CDM para valorar la cantidad de detalle que podemos observar tanto en las sombras como en las altas luces, para ello nos hemos centrado en dos curvas de gamma, la *Expandida 1* y la *Normal*. Es importante señalar que dado que nuestra sensibilidad, así como el rango dinámico se referencian al gris medio, es imprescindible saber donde colocarlo, algo que hemos tenido que buscar dada la falta de información del fabricante. Nuestro procedimiento consistió en, a partir del Valor T obtenido en las condiciones de iluminación ya mencionadas, ver qué valor obteníamos del gris con las distintas curvas de gama. Partiendo de un valor ISO 320 al aplicar la curva *Normal*, vimos que el gris se situaba en un valor alrededor del 26%, con este valor como indicamos más arriba los blancos de la carta resultaban ligeramente recortados, por lo que había que subexponer entre 1/3 y 1/2 stop, lo que situaba el valor del gris alrededor del 21%. Con la curva de gamma *Expandida 1*, el gris a ese valor de ISO 320 se sitúa en el 40% ocurriendo lo mismo que con la curva de gamma *Normal*, se recortan los blancos, por el mismo procedimiento de ajuste el gris se corrige alrededor del 35%. Dicho de otra manera y resumiendo, con un valor ISO 400 el gris medio con la curva *Normal* se sitúa en el 21% y con la curva *Expandida 1* en el 35%. Sorprende sin duda el valor de la curva *Normal*, que siendo “normal” debería ser mucho más luminoso, si por “normal”, entendemos curvas referidas a los estándar ITU 709 en todas sus variedades. Sin embargo la curva *Expandida 1* tiene un valor parecido a curvas Log de otro fabricantes, que oscilan entre el 32% al 40%.



En la imagen superior vemos el detalle de los negros tres distintos valores ISO de exposición con la gamma *Normal*, como vemos, el valor ISO 320 y 400 conserva el detalle y textura en los negros, no así a valores ISO de exposición superiores, donde no es el ruido lo que determina la definición y el detalle sino el recorte de los negros inherente a esta curva, y que no permite usar dichos valores ISO mayores. Como ya

indicamos, en las altas luces, a un valor de ISO 320 los blancos que están a algo más de 2 stops quedando recortados, por lo que el valor ISO sería más bien 400 y éste sería tanto el nominal como el efectivo. Veamos que ocurre con la curva de gamma *Expandida 1*.



Observando el detalle en la textura de los negros vemos que se recupera hasta los valores de ISO 640, con los siguientes valores ISO se pierde el detalle además de la aparición de artefactos en forma de líneas horizontales y desviaciones de color significativas. Podemos indicar que el valor efectivo del ISO con esta curva se sitúa entre los 400 y los 640.

La cámara ofrece distintos valores ISO aunque no los mismos para las distintas curvas de gamma. En el bodegón vemos primero esos valores ISO con la curva de gamma *Normal* y luego con la curva de gamma *Expandida 1*. Lo que observamos es que el incremento del valor de sensibilidad se nota claramente en las altas luces y extrañamente muy poco en los negros y los medios tonos oscuros, que es precisamente donde más debería notarse. Apenas si se consigue ver un poco más de detalle en los negros. Nos resulta del todo incomprensible como la ganancia aplicada en los canales se distribuye de esta manera, de forma que aumentan más las altas luces que las sombras. Sucede algo parecido con la curva de gamma *Expandida 1*, donde solo se pueden usar dos sensibilidades, ISO 320 y 500.

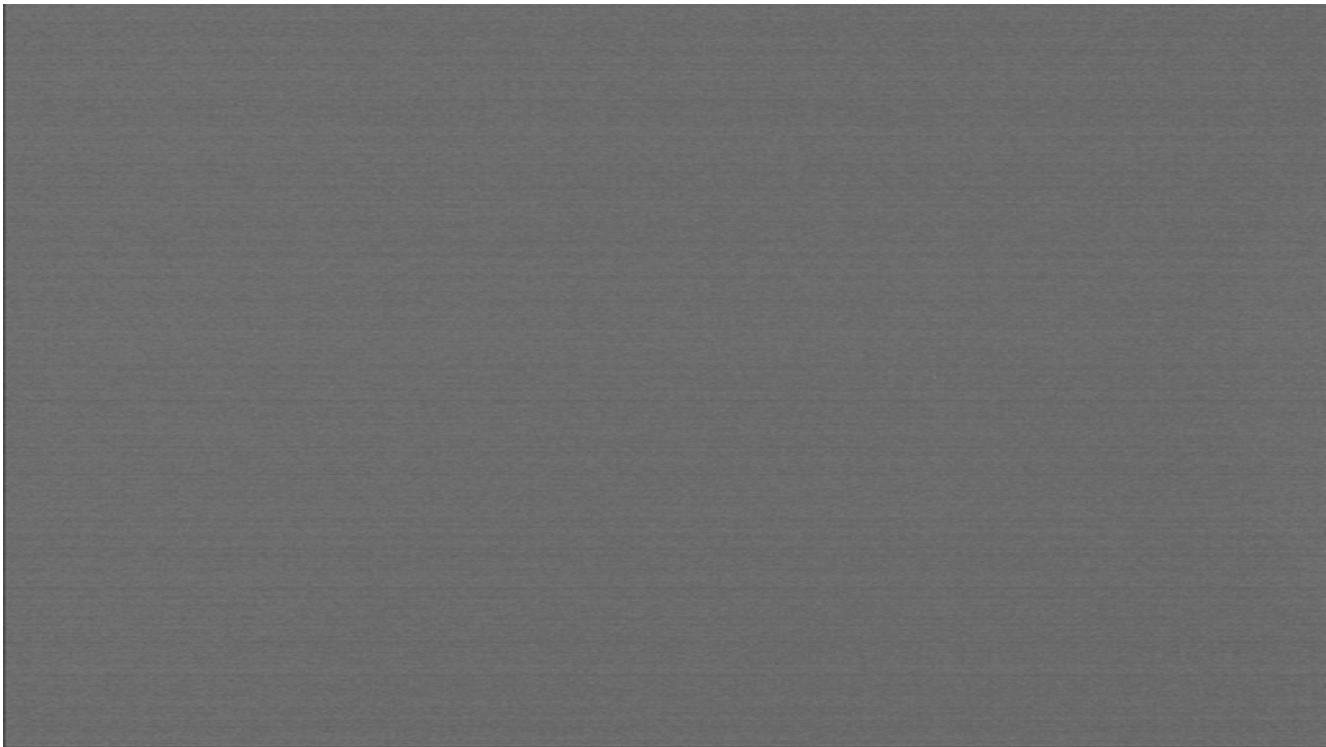


Curva de gamma Normal. CC Normal. 3200°K



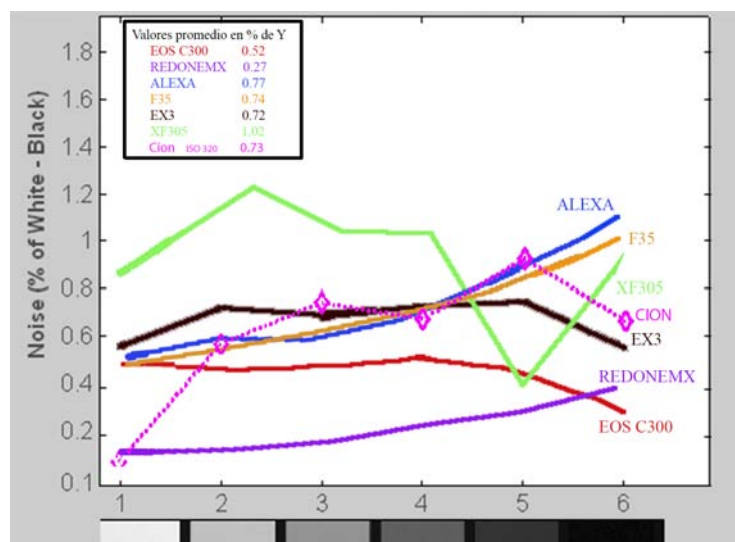
Curva de Gamma Expandida 1. CC Flat
Curva de gamma Normal. CC Normal. 3200°K

Con la curva de gamma *Expandida 1* notamos como la diferencia en las sombras es pequeña a medida que aumentamos el valor ISO, para verlo más claramente he puesto los canales azules de ambas sensibilidades, que aunque efectivamente no presentan mucho ruido, si muestran un recorte del negro, sin detalle alguno que resulta un tanto “inusual”. Lo que vemos aquí lo hemos podido constatar estudiando el ruido base de la cámara, esto es, sin ningún valor de luz; para ello hemos grabado con la lente tapada y el T completamente cerrado. Con la curva de gamma *Normal* a distintos valores ISO el negro es idéntico no variando sustancialmente, lo mismo sucede con la curva de gamma *Expandida 1*, mostrando esta no solamente el ruido sino patrones del mismo que parecieran corresponder a los amplificadores del CMOS no suficientemente corregidos.



Ruido base del canal azul con la curva de gamma Expandida 1. CC Flat. ISO 320

La poca visibilidad del ruido parece que se debe no tanto a que este sea muy bajo sino a que la cámara esta diseñada para no ver mucho detalle en los negros, para tener negros densos, que pierden su detalle con muy pocos stop por debajo del gris medio, quedando estos “pegados”. Decimos esto porque al observar el análisis de ruido de la carta Macbeth por Imatest vemos como la CION a un ISO menor que la que utilizan las cámaras comparadas presenta un nivel de ruido muy parecido, con un promedio de Y de un 0.73 %, al que presenta Alexa a 800 ISO y muy por encima de la REDOne o la Canon C500 a un ISO de 640 por ejemplo. Sin embargo presenta el mismo ruido que una F35 a 400 ISO. Hay que decir que prácticamente no cambia el valor del ruido con las distintas curvas de gamma a ese valor de ISO 320.



La impresión que uno tiene al ver las imágenes es que son claramente “limpias”, pero lo son porque apenas presentan detalle en los negros y los medios tonos oscuros. Hemos podido comprobarlo a estudiar los rostros de nuestras modelos con la luz de vela junto al bodegón.





En esta comparación de los tonos de piel volvemos a comprobar como apenas vemos algo más en los negros a pesar de usar valores ISO altos como 1000, con ese ISO se alcanza a ver algo más de las ramas de las flores, pero también la luz de las velas se rompe completamente y nada vemos de las telas en la parte izquierda del cuadro o el negro de fondo a la derecha del cuadro. Solo para comprender mejor lo que significa esta falta de información comparamos un valor ISO 500 entre la CION y una Canon C500. A igual valor de ISO, la cámara de canon da mucha más información de las texturas en las zonas más oscuras, manteniendo los valores de las altas luces en su sitio tanto frente a la curva Normal como a la curva Expandida 1.



Cion ISO 500. Curva gamma Normal



Canon C500. ISO 500. Curva CanonLog.



Cion ISO 500. Curva gamma Expandida 1

Por último veamos algunas imágenes nocturnas.



Con la curva de gamma *Normal*, hemos corregido para el valor ISO 320 y hemos aplicado esa corrección al resto de las imágenes con esa misma curva de gamma, observando por ejemplo como con el valor ISO 500 cambia totalmente el color. No hemos podido recuperar ningún detalle en el pelo de la modelo, con ninguno de los valores ISO, ni tampoco con la curva de gamma *Expandida 1* que cómo se puede ver aparece muy diferente respecto de la otra curva. Con la curva *Expandida 1* y el *CC Flat* no hemos conseguido en esas circunstancias de color y exposición tener un tono de piel decente, ni detalle en las zonas más oscuras, ni con ISO 320 ni ISO500.

Conclusiones:

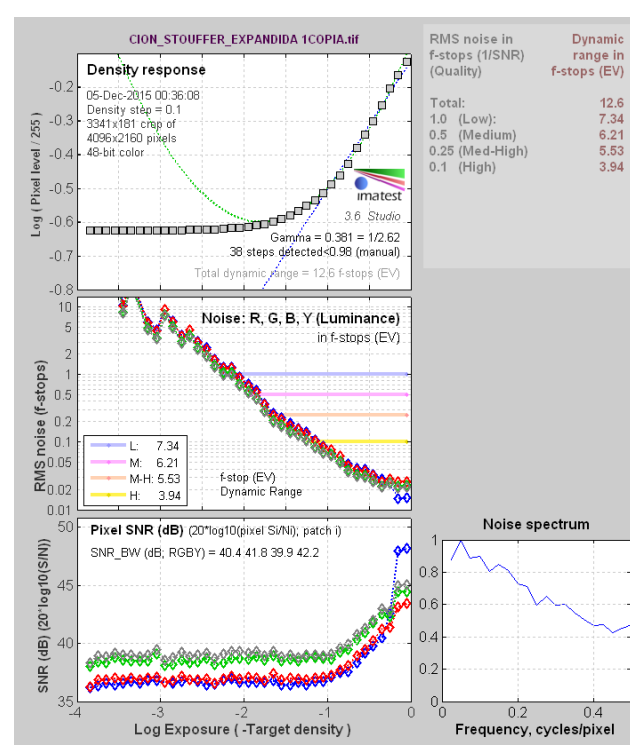
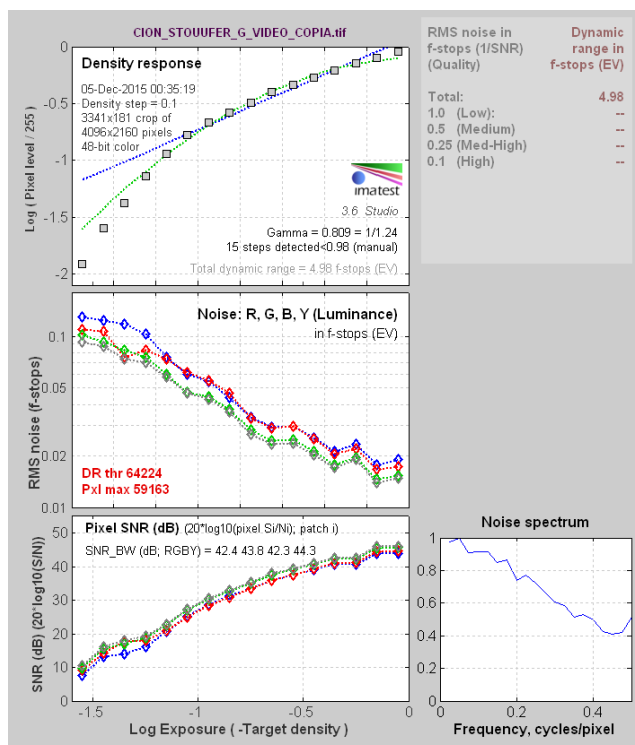
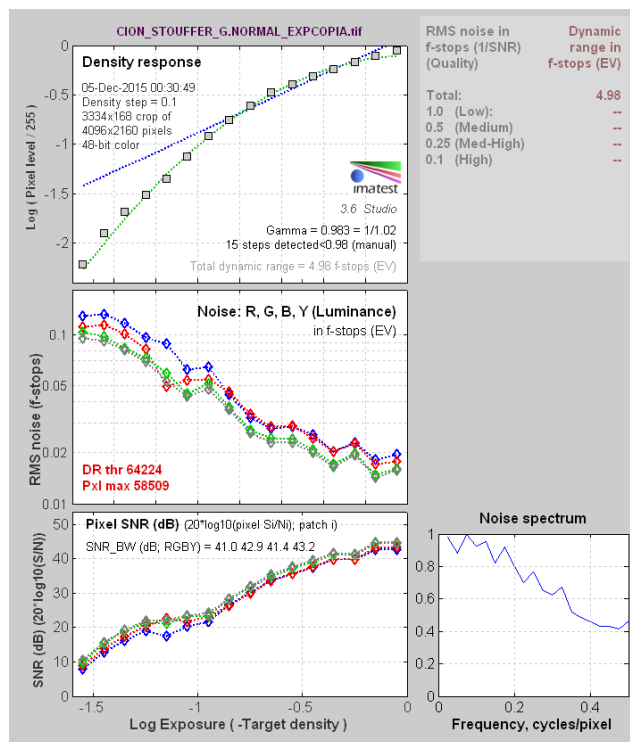
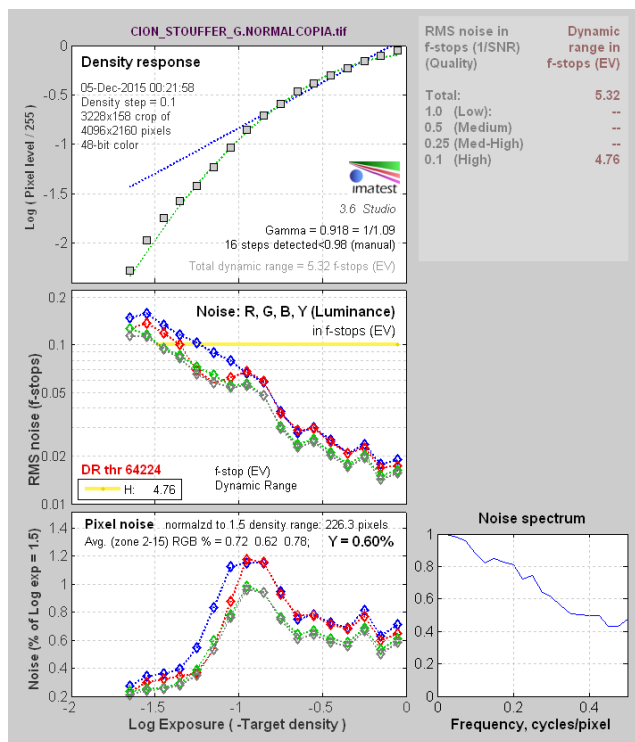
A modo de recapitulación, muestro aquí una tabla que relaciona los valores ISO de exposición con las curvas de gama y los valores del gris medio.

Curva de Gamma	IE recomendado para la exposición.	Valor Gris 18% recomendado en WFM
Normal	400/500	21%
Normal Expandida	400/500	21%
Video	400/500	21%
Expandida 1	400/500	35%

EL RANGO DINAMICO

Aquí estudiamos la capacidad de la cámara de mostrar el detalle en altas luces y en sombras en una misma exposición.

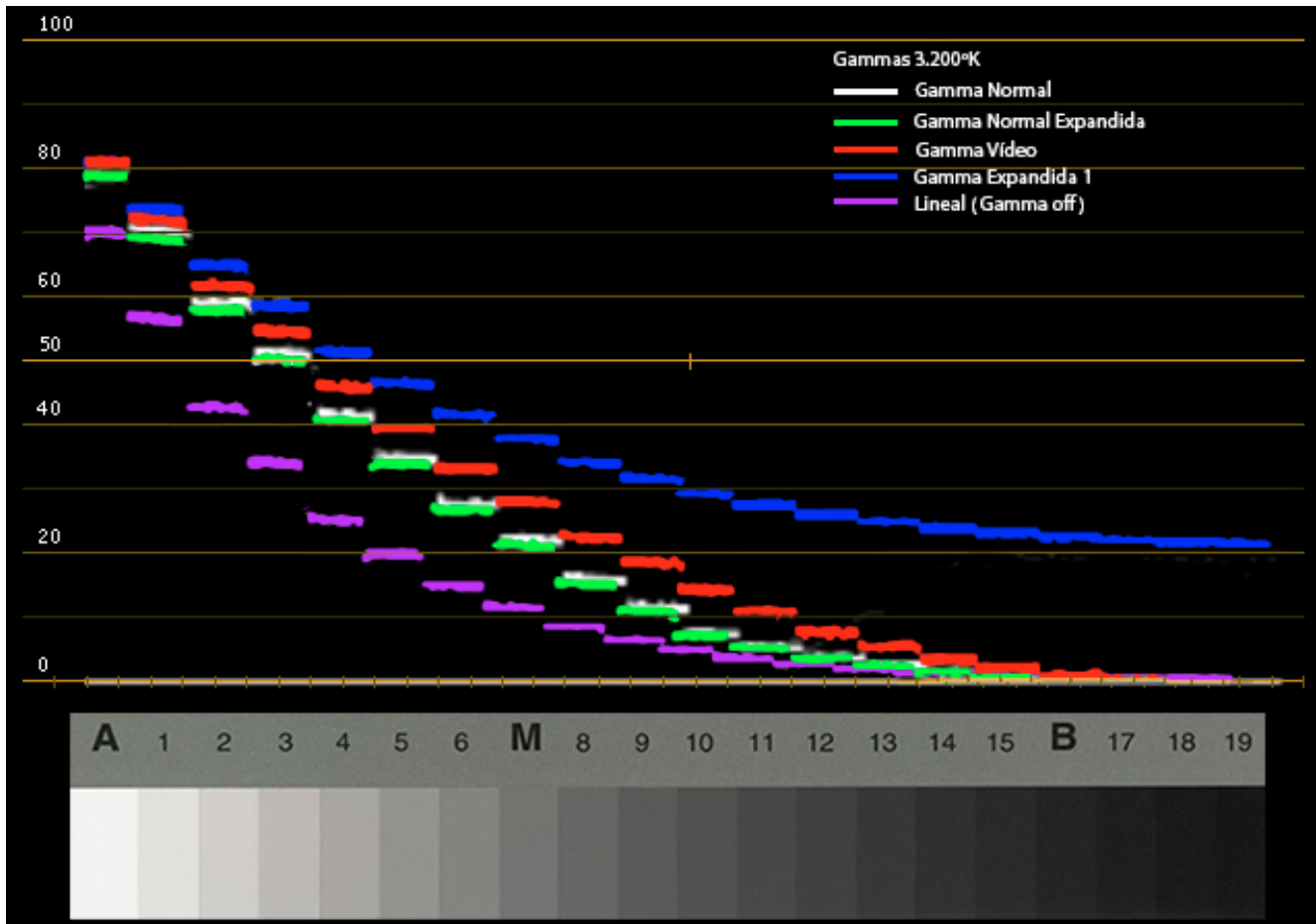
Para la evaluación del rango dinámico comenzamos por estudiar la tira Stouffer mediante el análisis de Imatest. Mostramos aquí los resultados con la cuatro curvas de gamma que ofrece la cámara.



El rango dinámico medido con las curvas de *Video* y *Normal expandida* dan el mismo resultado, 4.98 stops, curiosamente con la curva *Normal* el rango es algo superior a la *Normal expandida*, esto es unos 5.32. Esto nos indica ya el pequeño rango dinámico que manejar la cámara. Pareciera suceder algo distinto con la curva *expandida 1*, que según el fabricante esta diseñada para coger el mayor rango posible, sobre todo en situaciones de alto contraste. El rango total que con esa curva es de 12.6 stop, ahora bien, si nos fijamos en la forma de la primera grafica (Density response) veremos que muchos de los peldaños de la tira están por debajo del valor 0.6 formando prácticamente una línea, lo que significa que a pesar que la cámara distingue ligeras

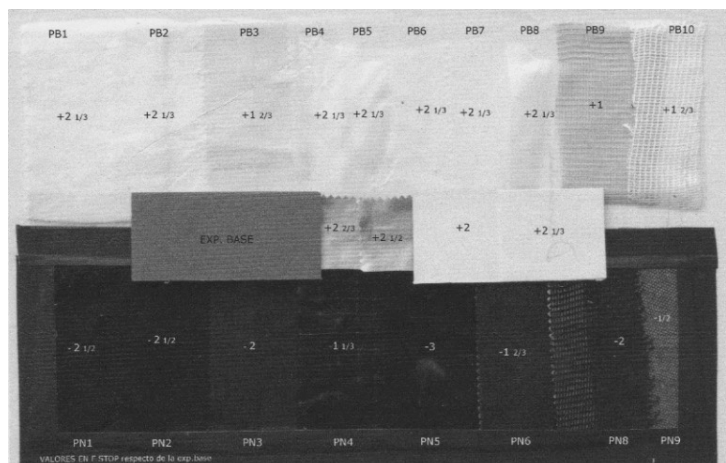
variaciones de luminosidad, estas no serán utilizables para trabajar la imagen, de hecho el valor Medium considerando el ruido que arroja el análisis sitúa el rango muy bajo, esto es en los 6.21 stops.

Otra forma de ver como consideramos el rango es atendiendo a la gráfica inferior donde se muestra el valor SNR (relación señal ruido), que está en el promedio de Y (luminancia) alrededor de los 43 db, lo que significa unos 6 stops aproximadamente (6db son 1 stop). Sorprende sin duda tan poco rango dinámico, que nos remite a cámaras digitales ya muy antiguas o a emulsiones reversibles, aquellas diapositivas que utilizábamos en los tiempos analógicos. Para visualizar de otra manera esta misma información hemos grabado una escala de grises con las distintas curvas de gamma, donde vemos qué ocurre efectivamente con la *Expandida 1*, y es que en realidad no parece el comportamiento de una curva Log convencional, sino más bien parece una curva de gama “Normal”, con el nivel de negros muy subido (lo que conocemos como pedestal).



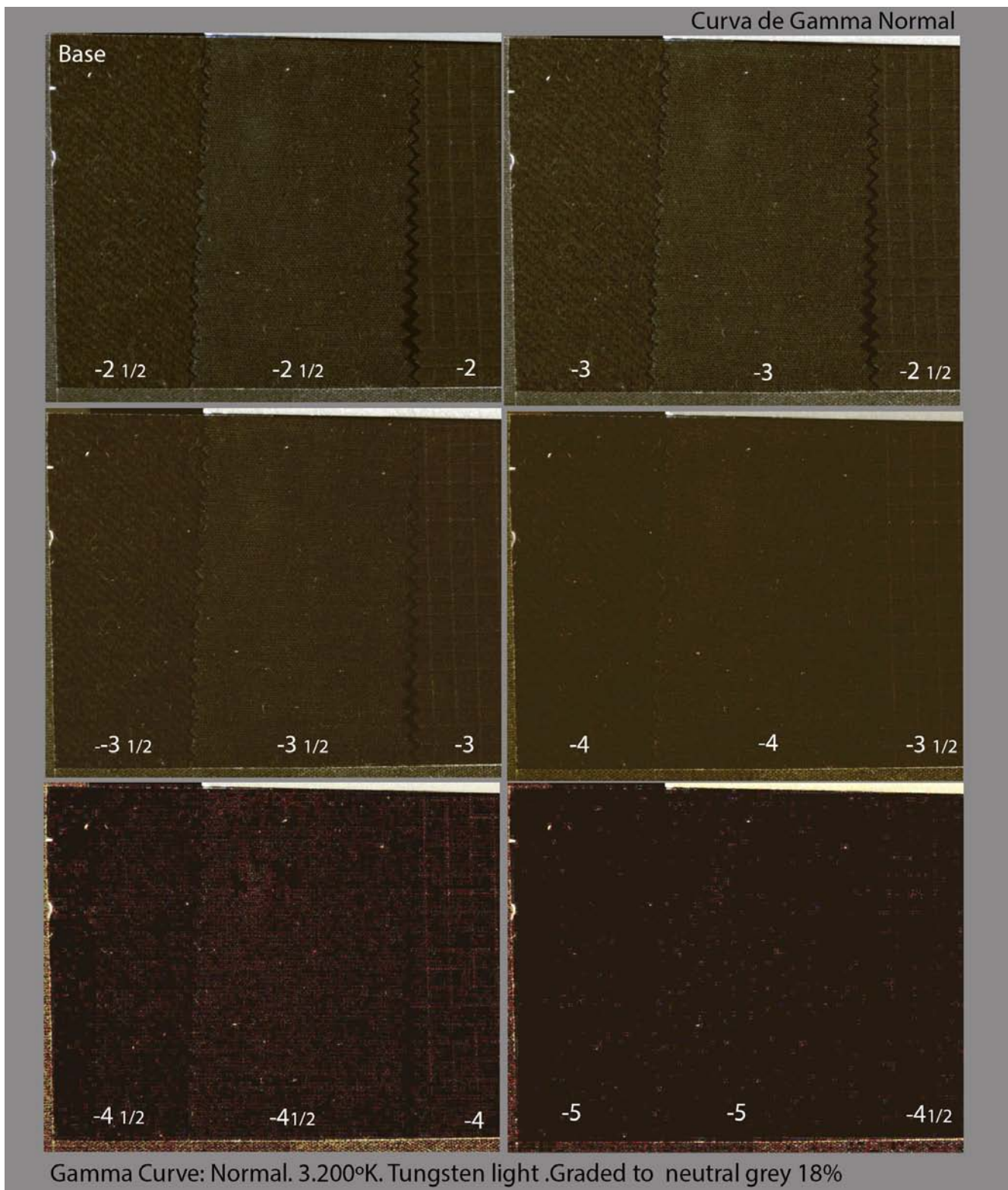
Como vemos la curva de gamma *Expandida 1* tiene el nivel de los negros a partir del 20% y los pasos del 14 en adelante apenas si tienen variaciones de luminosidad. La curva de gamma de video presenta en los medios tonos más brillo que las curvas *Normal* y todas ellas una mejor gradación luminosa en el detalle de los negros que la *Expandida 1*. En las altas luces solo la *Expandida 1* muestra algo menos de brillo, alrededor del 70% frente al 80% de las demás curvas, que es donde además, a una temperatura de color de 3.200°K, se recortan los blancos, cosa que no sucede rodando a 5.600°K que el recorte es al 100%. Desconocemos la razón de esta diferencia, sin que se nos haya aclarado por parte de fabricante, que se limita a decir que es así. Desde luego en otras cámaras profesionales no es así, y el comportamiento en ambas temperaturas de color viene a ser muy parecido. Para las siguientes pruebas de rango y viendo el comportamiento de las curvas, hemos optado por trabajar con la *Expandida 1* y la *Normal*.

Comenzamos por el estudio de nuestra



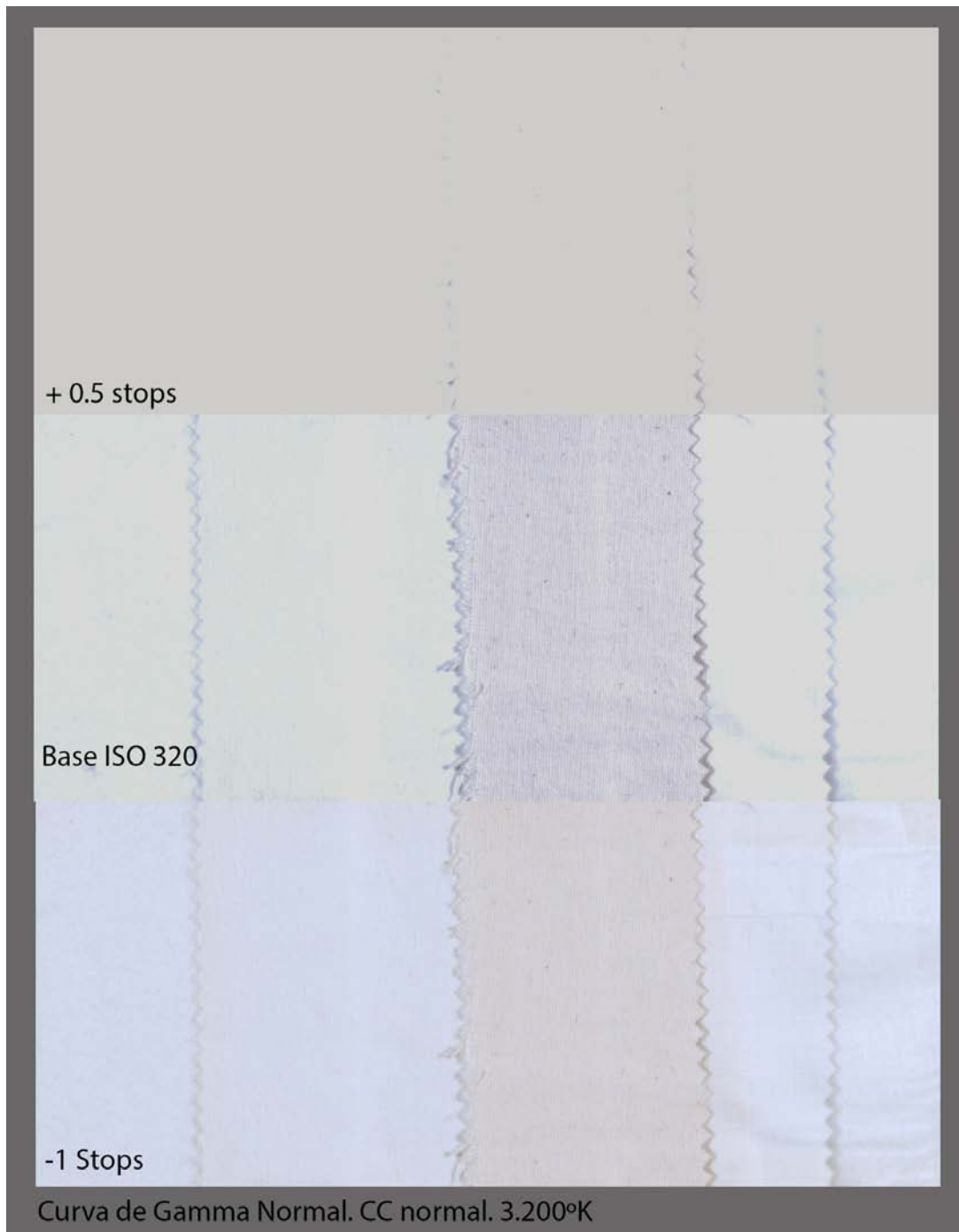
CDM, carta de telas blancas y negras, para observar cómo se pierde el detalle tanto en altas luces como en las sombras, y comprobar igualmente el rango efectivo frente al teórico que nos muestran los gráficos de Imatest. En la imagen superior derecha mostramos los valores en T stops referidos al gris 18%. Como se puede ver el valor de las altas luces están alrededor de los 2 1/2 stops y los negros más oscuros en los 3 stops.

En la siguiente imagen mostramos el recorte de las telas negras a diferentes exposiciones con la curva de gamma *Normal*. El color está corregido para que el gris medio sea neutro.

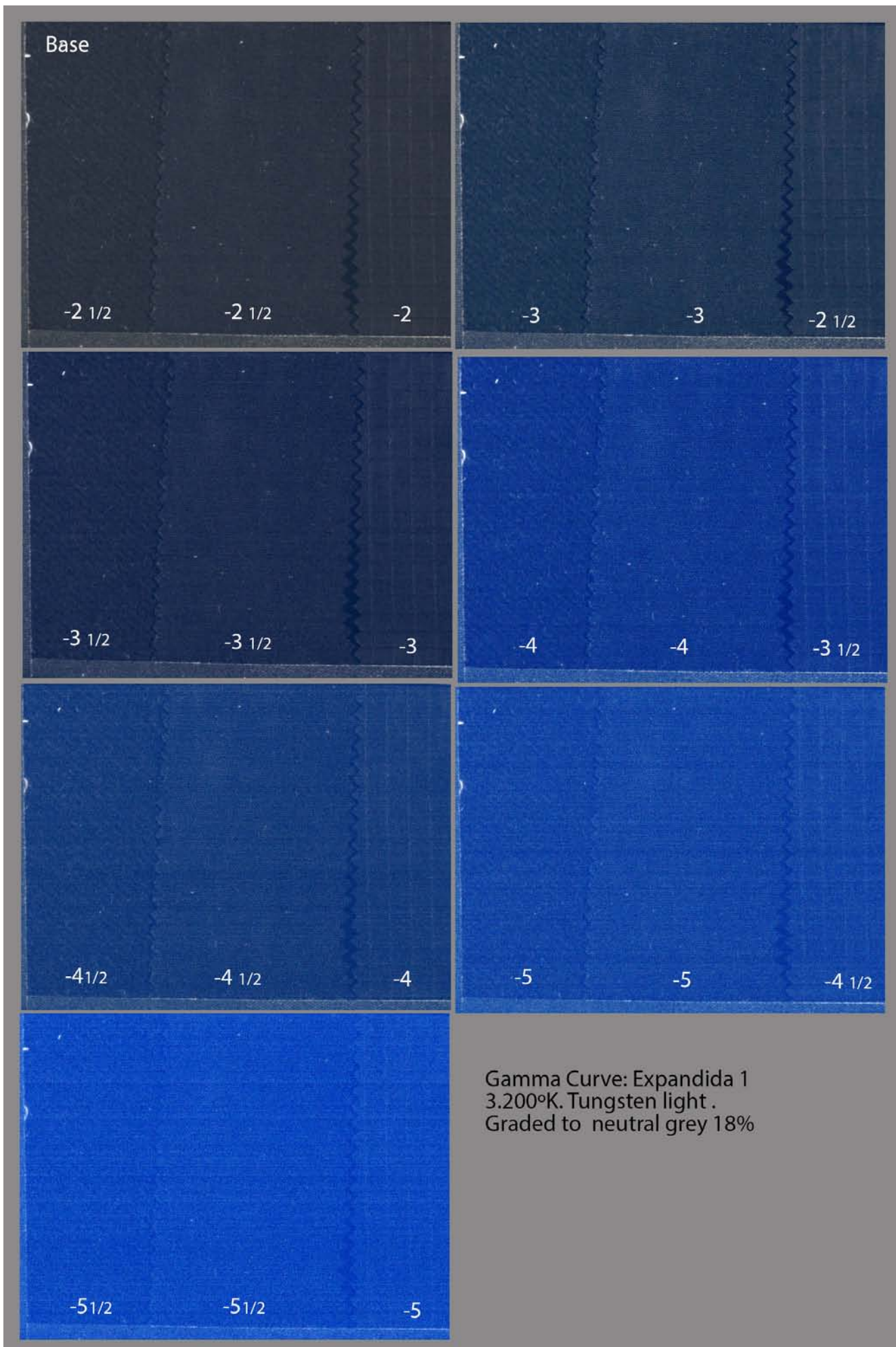


Para el rodaje de la carta partimos del valor de gris medio que ya expusimos en el apartado de Sensibilidad, de forma que situamos el valor del gris en el 26%, desde ahí vemos que con una subexposición de -1/2 stop se ve al textura de las muestras Pn1 Pn2 que están entonces a -3, también se observa la textura del PN5 que está a - 3 1/2. Con una subexposición de -1 Los Pn1 y Pn2 conservan la textura y detalle, estando

entonces a $-3 \frac{1}{2}$. Aquí aún se intuye algo de la textura del Pn5 que está a -4 . Con medio stop más de subexposición esto es a $-1 \frac{1}{2}$ desaparece toda la textura de los Pn anteriores y el negro se recorta, desapareciendo drásticamente los mismos. Es decir los negros, se recortan a los 4 stops por debajo del gris medio. No hay una pérdida progresiva del detalle en sombras, simplemente desaparece todo detalle. Podríamos decir aquí que el límite con esta curva de gamma *Normal* en las sombras está en los 4 stops, ahora bien si atendemos a las altas luces veremos que con ese valor de gris medio estas aparecen ya ligeramente recortadas, por lo que para mantener algo más de detalle ahí necesitamos exponer para un ISO 400/500 y un valor del gris medio del 21%, de esta manera garantizamos al menos $2 \frac{1}{3}$ de rango por arriba de gris y dejaríamos el rango en las sombras en unos $3 \frac{1}{2}$ stops. En las sobreexposiciones los blancos se recortan ya con $+1 \frac{1}{2}$ stops, con una pérdida de textura abrupta muy propio de otros tiempos de la imagen digital, además hay que señalar que el canal azul, como ya indicamos, se recorta antes que cualquiera de los otros dos por lo que las sombras y las luces se entonan respecto del gris medio neutro.

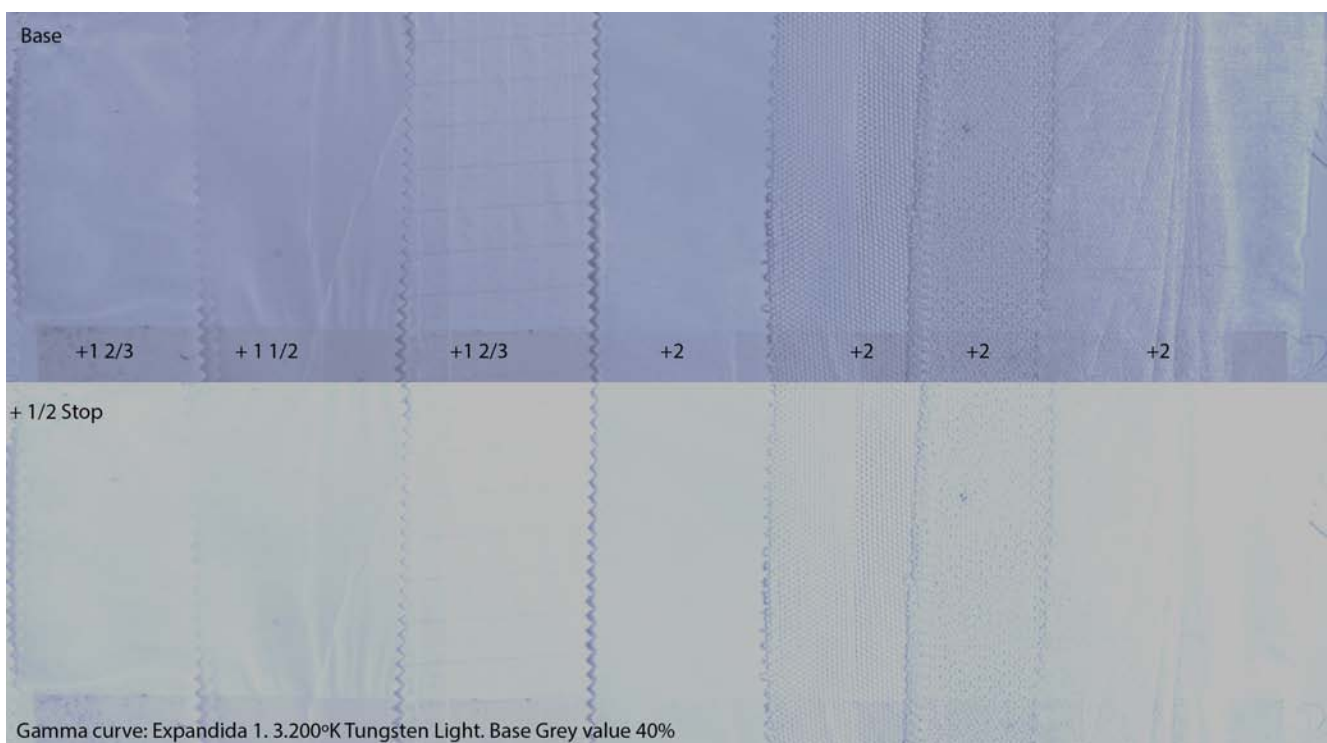


Podemos concluir que con el grupo de curvas de gamma *Normal*, *Normal Expandida* y *Video*, el rango dinámico efectivo se sitúa alrededor de los $5 \frac{1}{2}$ stops, valor este igual que el ofrecido por Imatest. Veamos la curva de gamma *Expandida 1*, primero las sombras.



Lo primero que podemos observar es como las sombras se entonan hacia el azul cuando mantenemos el gris neutro. Aquí, igual que con la curva *Normal*, partimos del valor nominal de sensibilidad con un valor del gris medio del 40%. Con -1 Stops vemos la textura de las telas negras y con una entonación ligeramente fría, pero aún aceptable. Con -2 de subexposición se aprecia aún cierta textura de Pn1 y Pn 2 al igual que Pn5, si bien ya se observa el ruido y sobre todo las líneas horizontales creadas por el sensor. En este valor de -2 las telas están en un valor de -4 stops y el Pn5 estaría en -5, y ahí aún se percibe textura de la tela, aunque muy estropeada por los “artefactos” digitales. Pero antes de dar un rango por debajo, en las sombras, veamos que ocurre en las altas luces. Con el valor ISO 320 y un valor del gris medio en el 40% observamos que al igual que con las otras curvas los blancos aparecían ya recortados, por lo que hay que exponer para un ISO mayor (400/500) y manejarse en un valor del gris medio del 35%. Esta es la exposición que hemos utilizado para la carta de blancos que mostramos a continuación. Aún así vemos que con tan solo 1/2 stops lo blancos ya se recortan. De tal forma que si queremos tener al menos 2 1/2 de rango en las altas luces tenemos que subexponer, dejando el rango en las sombras en alrededor de 3 1/2 a 4 Stops, algo muy parecido a la curva *Normal* que hemos visto. Esto está muy lejos del rango de una curva LOG de verdad, y hemos constatado en la corrección de color, como efectivamente esta curva maneja muy poca información, siendo un tanto ingrata para su manejo en pos.

En definitiva, con esta curva nos situamos alrededor de los 6 a 6 1/3 stops, es decir apenas 2/3 más que la curva *Normal*



Veamos este rango concretado tanto en el bodegón como en las multiexposiciones con las modelos. En la izquierda están los valores de luz reflejada en T stops respecto del valor del gris medio. Primero el bodegón con la curva *Normal*.



La multiexposición que mostramos aquí está etalonada, es decir, corregida cada exposición para que se parezca a la exposición base, manteniendo el gris medio lo más neutro posible en cada una de ellas.

Vemos que en la exposición base (segundo contando desde arriba) el valor del negro está con detalle a -3, y la tela plástica está ligeramente recortada en los pliegues, si bien todavía se ve la textura. Con +1 la textura de dicho blanco desaparece, así como la textura de porcelana blanca. Los brillos de la madera de la silla igualmente se recortan.

Con -1 (segundo comenzando por debajo) aún se aprecia cierta textura en el negro de fondo, aunque con algo de ruido y totalmente entonado hacia el rojo. Con -2 esa textura del negro desaparece completamente. En este -2 aparecen claros efectos de posterización (tela de la derecha) por insuficiente cuantificación.

Los colores se desaturan mucho en las sub-exposiciones y se saturan mucho con las sobreexposiciones.

En la siguiente página mostramos el bodegón con la curva *Expandida 1 CC Flat*. En este caso la tira de la izquierda está corregida a una luz, es decir, hemos etalonado la exposición base y aplicada esa misma corrección a todas las exposiciones. La tira de la derecha muestra las distintas exposiciones corregidas para que se acerquen lo más posible a la exposición base.

Gamma Curve: Normal. Tungsten 3.200 K. Color: Normal





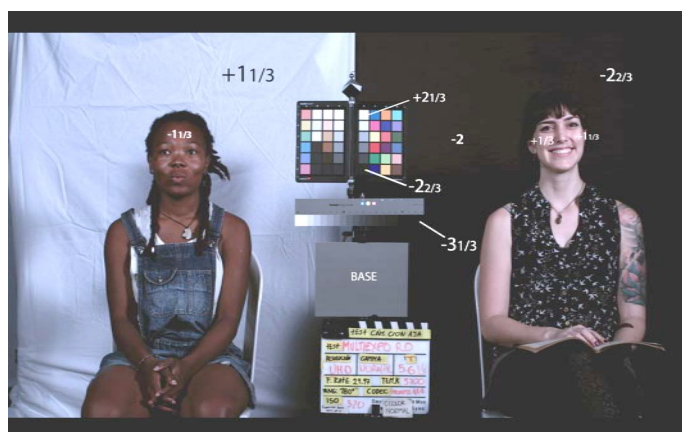
Con la tira a una luz, observamos como los blancos se recortan con tan solo 1/2 de sobrexposición y como los negros densos ocultan las telas de la parte derecha del cuadro con -2 1/2. Podemos observar, que la cámara no crea realmente penumbras suaves, degradadas y con muchas tonalidades de grises, sino que más bien, pasa de la luz a la sombra, sin apenas transiciones, ni matices.

En la tira corregida, con -2 stops, la tela negra que está a -3 tiene un ruido notorio y sobre el gris 18% ya se observan las bandas horizontales que hemos señalado. Con -2 1/2 las bandas son claramente visibles sobre el negro, que estaría a -5 1/2. Con -3 ya no hay detalle en el negro y solo se ve ruido y las bandas horizontales. Con -1 1/2 el negro estaría a -4 1/2 y ahí se ve toda la textura de la tela. con esto podríamos pensar que exponiendo el gris a ese 40% estaríamos en el límite de los cinco stops por debajo, pero considerando una exposición del 36 o el 35% para tener más detalle en altas, el rango por debajo se quedaría en unos 4 1/2, hecho confirmado igualmente por la CDM.

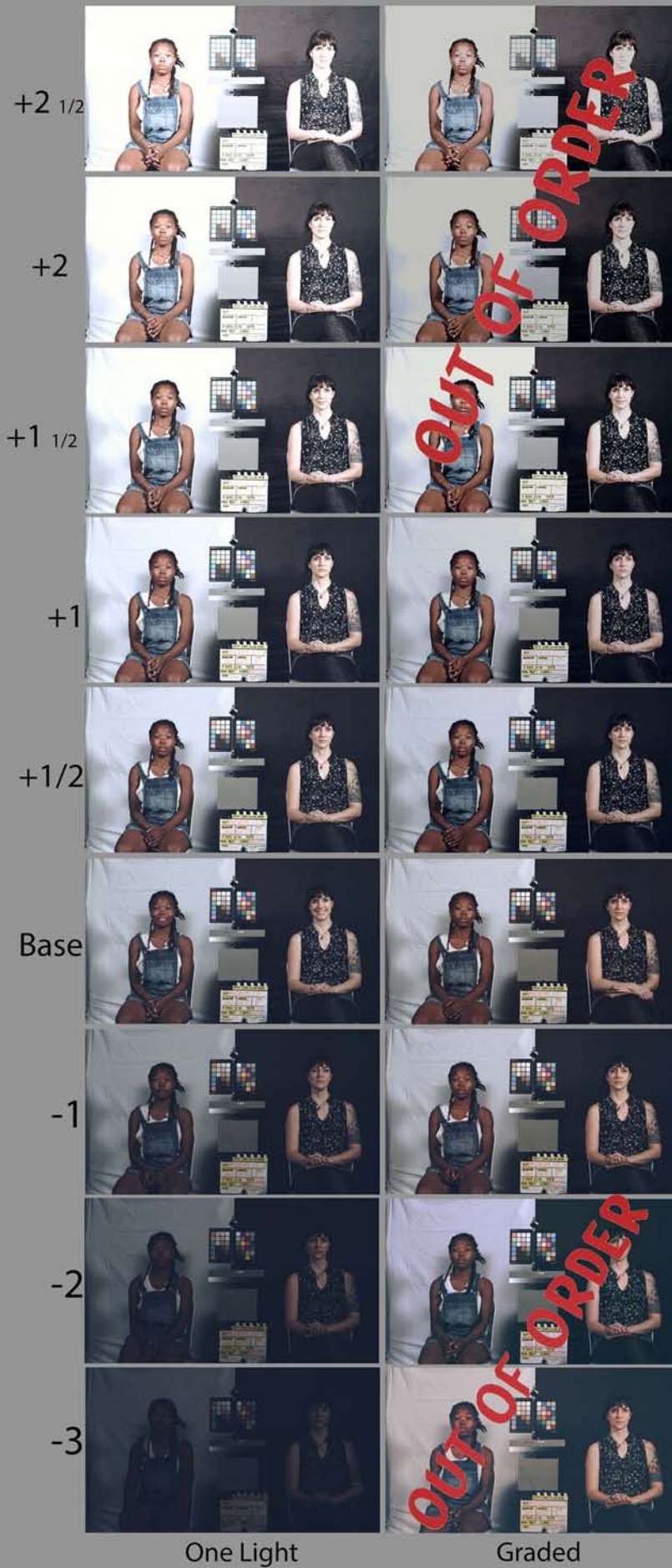
Además hay que señalar la desaturación tan grande que se produce en las subexposiciones más profundas, así como la entonación de altas y bajas luces respecto del gris neutro.

En altas luces. con +1/2 stop el plástico blanco que estaría a +2 1/2 ya recorta, sin poderse recuperar nada. Con +1 el plástico está totalmente recortado al igual que los blancos de la escala Fuji y el recipiente blanco con fruta, que estaría a +2 2/3. Corrigiendo la exposición base, como hemos venido comentando a un valor de 35% del gris medio el detalle en altas lo situamos en unos 2 1/2 stop y por debajo nos quedaríamos en unos 4.

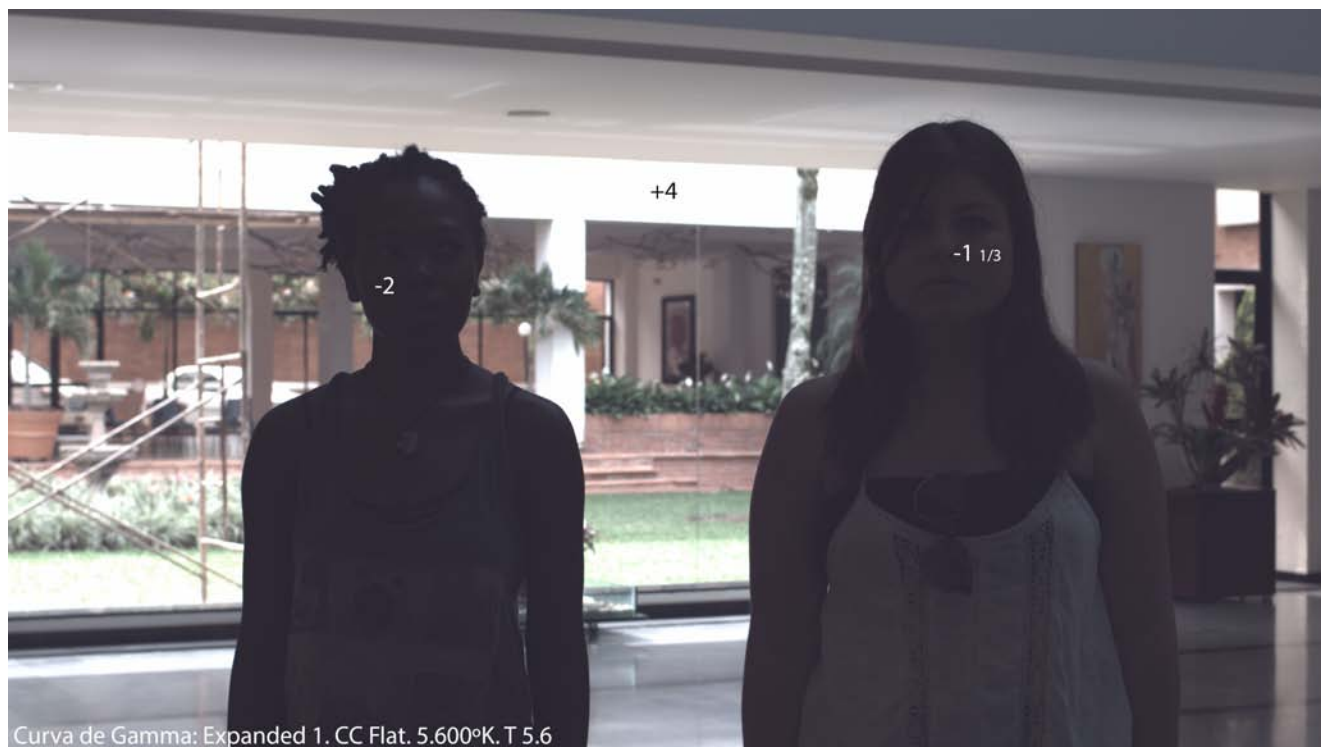
Por último vamos a constatar esto mismo en la tira de multiexposiciones con las modelos. Aquí están los valores de referencia.



Gamma Curve: Expanded 1. CC: Flat. Tungsten Light 3200°K



En la tira con las modelos constatamos de nuevo lo mismo que hemos venido viendo con las demás pruebas de rango, el escaso margen que tiene la cámara, pero en este caso nos fijamos en los tonos de piel, con +1 la piel blanca de Paulina está al límite del recorte, siendo un tanto antinatural, ahí el tono de piel está a +2 1/3, con un paso más de sobreexposición la textura de la piel desaparece por completo. Las penumbras agrisan en exceso el tono de piel tanto el de Gloria como el de Paulina, resultando poco naturales y amables. Constatemos ahora estos resultados en los planos de exteriores e interiores naturales. Este fotograma que mostramos aquí corresponde a una panorámica donde evaluamos la relación entre el exterior y el interior. Los valores en T stop respecto del diafragma de exposición los mostramos a continuación.



Curva de Gamma: Expanded 1. CC Flat. 5.600°K. T 5.6
Curva de gamma Expandida 1. CC Flat. 5.600°K. ISO 320. Focal 35mm T 5.6. Filtro Polarizador.

Con la curva de Gamma *Expandida 1* y exponiendo para el exterior, al límite del recorte, los tonos de piel de nuestras modelos son irre recuperables, careciendo de textura. Si hacemos lo mismo con la curva Normal, tenemos lo siguiente.



Curva de gamma Normal. CC Normal. 5.600°K. ISO 320. Focal 35mm T 5.6. Filtro Polarizador.

No hay ningún detalle en los rostros de las modelos. Si exponemos para el interior entonces los exteriores quedan absolutamente recortados.



Curva de gamma Normal. CC Normal. 5.600°K. ISO 320. Focal 35mm T 2.8 1/3. Filtro Polarizador.

Tanto con la curva de gamma Normal, como con la Expandida 1 la falta de rango dinámico es notoria. Otro ejemplo.



Relación de contraste aproximada 50:1. Curva de Gamma Expandida 1. 5600°K. T 16. Exposición Altas luces.



Curva de gamma Expandida 1. CC Flat 5.600°K. T 16. Exposición altas luces. Etalonada.



Curva de gamma Expandida 1. CC Flat 5.600°K. T 4. Exposición sombras. Etalonada.

Conclusiones RD.

El rango dinámico de la cámara en cualquiera de sus configuraciones resulta muy pequeño y realmente inexplicable para una cámara del siglo XXI. Pongo aquí un tabla de nuevo a modo de resumen.

Curva de Gamma	IE recomendado para la exposición.	Valor Gris 18% recomendado en WFM	Rango dinámico efectivo T stops	Rango por encima del gris medio (altas luces)	Rango por debajo del gris medio (sombras)
Normal	400/500	21%	5 1/2	2	3 1/2
Normal Expandida	400/500	21%	5 1/2	2	3 1/2
Video	400/500	21%	5 1/2	2	3 1/2
Expandida 1	400/500	35%	6	2 1/2	3 1/2 a 4

EL COLOR

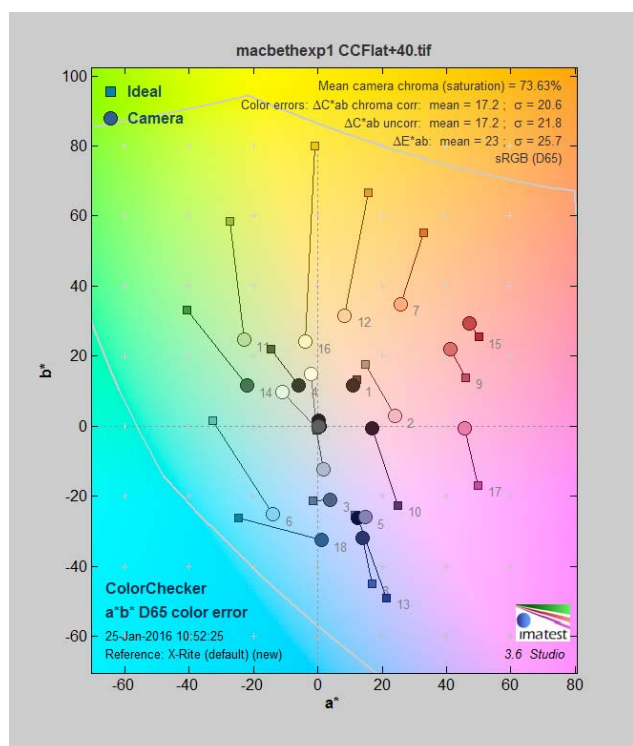
Capítulo dedicado al estudio de cómo la cámara representa el color, desde los análisis más objetivos de las cartas hasta la opinión más subjetiva de cómo se siente el mismo.

EL COLOR

Para el estudio del color hemos comenzado por analizar las distintas cartas de color, además de la observación de los colores del bodegón y los tonos de piel. Hemos elegido las curvas de gamma *Expandida 1* y la *Normal* con diferentes perfiles de color así como dos temperaturas de color 3.200 y 5.600. A continuación mostramos el análisis de la carta Macbeth por el programa Imatest. Como hemos indicado en otras ocasiones esta valoración nos sirve para saber cómo la cámara, en ciertas condiciones, representa el color respecto de unos valores estandarizados (ideales). Esta valoración viene indicada por el valor sigma σ (RMS) que cuantifica dicha desviación.



Gamma Expandida 1. CC Flat. 3200°K



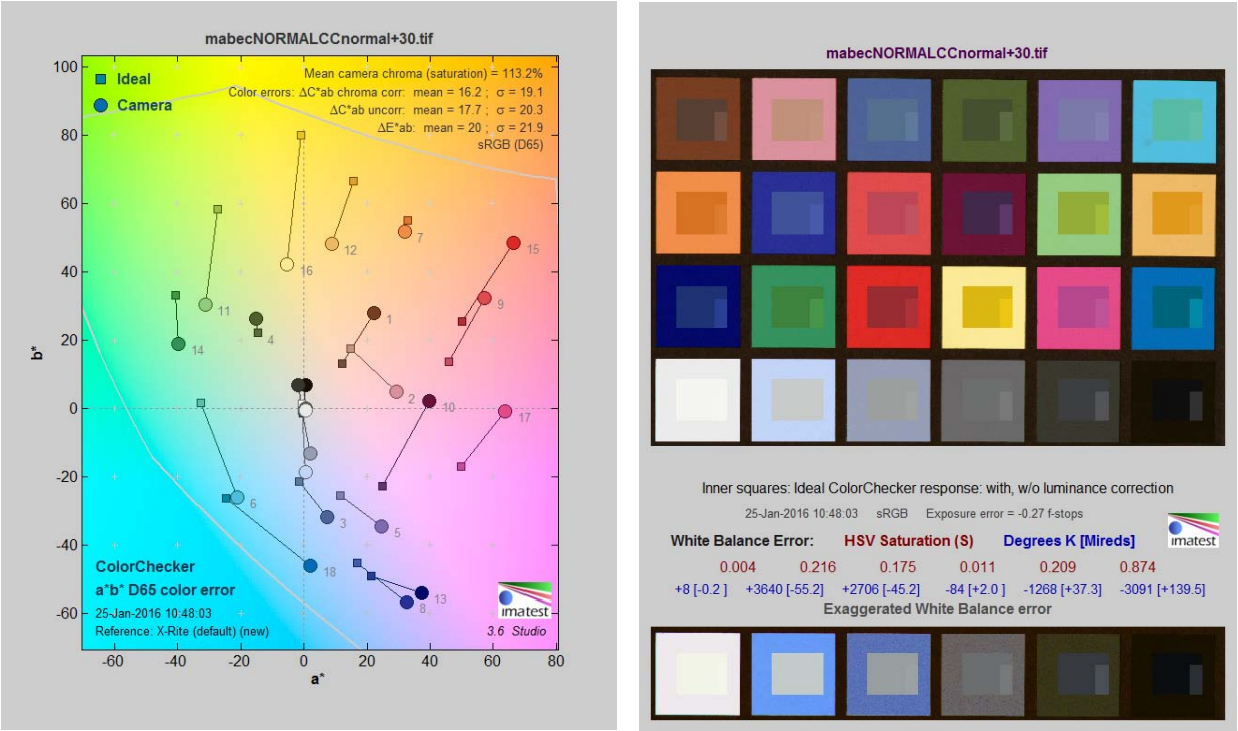
La gráfica superior muestra la carta con la curva de *Gamma Expandida 1* y el *CC Flat*. La imagen de la izquierda muestra la relación de los colores de la carta grabada en relación al valor ideal. La carta esta expuesta a 3.200°K y ajustada para el neutro gris 18% de la misma, y lo que podemos observar, si nos fijamos en el punto central donde coinciden los dos ejes, es que, si bien el gris efectivamente esta en el mismo centro, hay una clara desviación de los tres blancos, el blanco (19) de la escala de grises se desvía hacia el amarillo verdoso y el N. 8 (20) a continuación igualmente aunque algo más amarillo y el N 6.5 (21) se desvía en sentido contrario hacia el azul. El valor sigma corrigiendo el croma se sitúa en el 20.6 lo que indica una notoria desviación de los colores, ciertamente alta. Veamos por ejemplo el cian (18), muestra una clara desviación hacia el azul, dando un tono azulado/morado, o por ejemplo el amarillo (16) que presenta una gran desaturación. Merece la pena detenerse a estudiar el gráfico situado a la derecha; el cuadrado más grande es el color tal cual esta fotografiado y se corresponde con los círculos del grafico de la izquierda. El cuadrado más pequeño y situado en el centro del grande es el valor ideal del color de la carta corregido con la luminancia del fotografiado. Y por último el pequeño rectángulo es el valor ideal del color sin corrección de luminancia. Ahí se puede apreciar claramente la diferencia de tono en el cian o en la muestra azul verdosa (6). El tono de piel oscura (1) se ajusta muy bien al a la carta si bien el tono de piel (2) blanco muestra una desviación hacia el



Gamma Normal. CC Normal. 3200°K

magenta haciendo el tono mucho más “sonrosado”. Observamos también un desviación notoria en el púrpura (10).

A continuación mostramos los gráficos obtenidos fotografiando la carta con la curva de Gamma *Normal* *CC Normal* igualmente a 3.200°K.

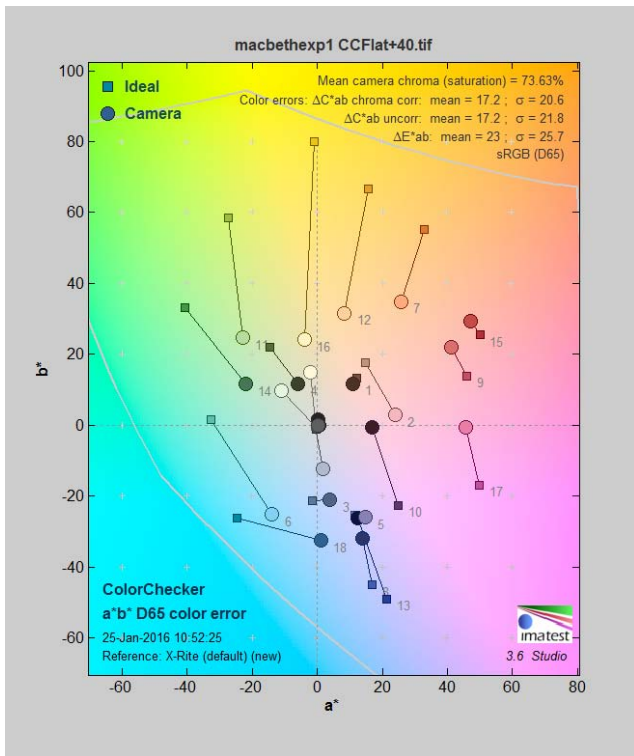


Aquí, como en la anterior configuración encontramos grandes desviaciones de color, tanto en los tonos de piel como en lo azules, y el valor sigma con el croma corregido se sitúa en 19.1 valor igualmente alto. Vease la desviación del azul (18), el turquesa (6) o el púrpura (10). La cámara ofrece distintos perfiles de color (CC), a continuación muestro los valores σ de la carta esos perfiles y las dos curvas de gamma elegidas

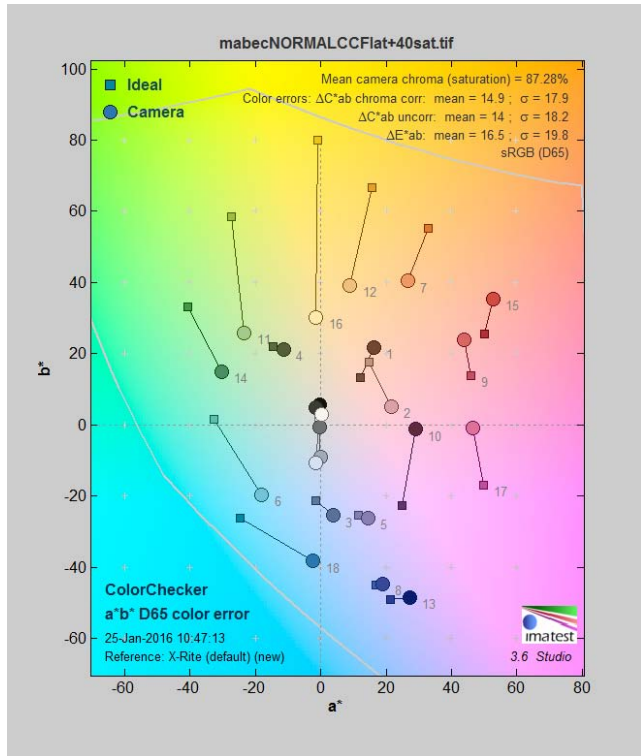
Valor SIGMA (σ) con croma corregido	Curva de Gamma NORMAL	Curva de Gamma EXPANDIDA 1
CC Flat	17.9	20.6
CC Normal	19.1	22.1
CC Skin Tones	19.2	20.7
CC Video	15.9	18.6

Con estas dos curvas de gamma, todos los CC presentan grandes desviaciones de los valores estandarizados siendo el perfil que menos se desvia el Video, además todos presentan una desviación de blancos y negros respecto del gris medio neutro.

En estas dos primeras comparaciones he puesto la curva de gamma *Normal* con el espacio *CC Normal*, curva que está diseñada para no tener que hacer corrección de color y la curva de gamma *Expandida 1* con *CC flat*, diseñada para ser trabajada en posproducción. Pero ahora quiero aquí comparar las dos curvas de gamma con el mismo perfil, eligiendo el *CC Flat*, por considerar que debe ser el que más matices de color representa.



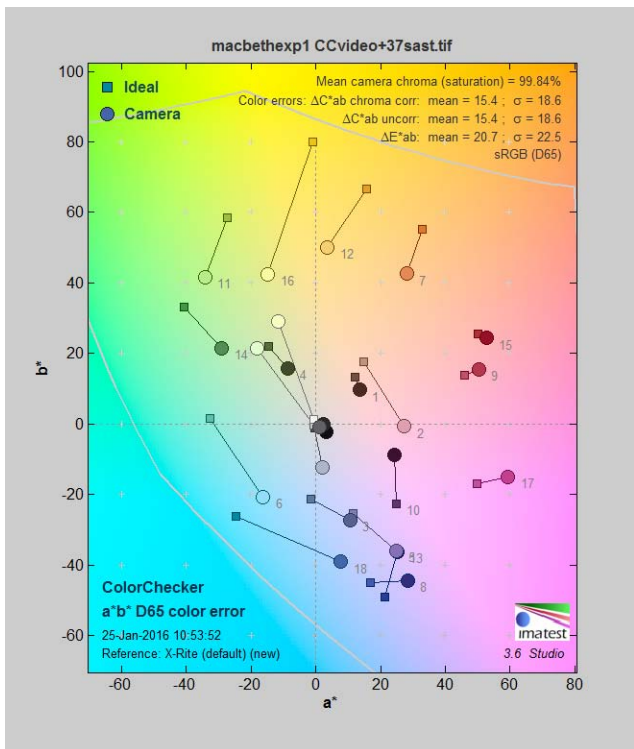
Gamma Expandida 1 CC Flat



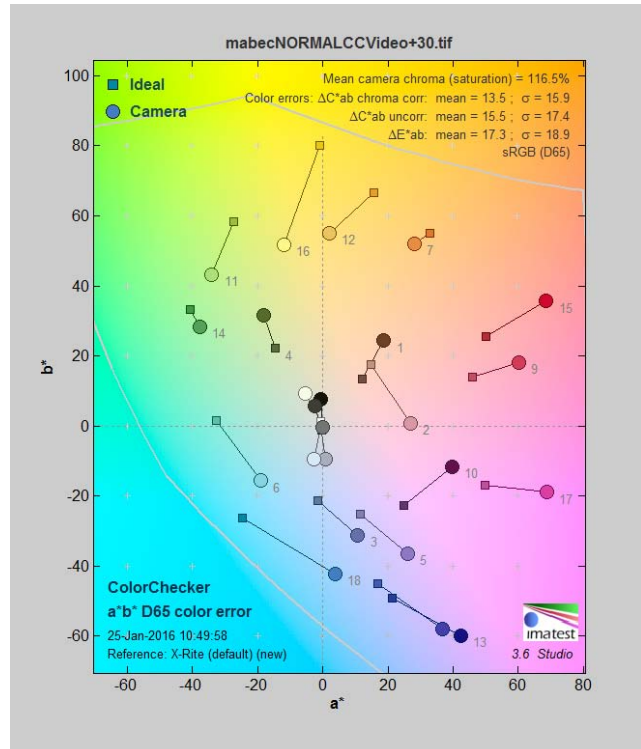
Gamma Normal CC flat

Notese las tremendas diferencias que hay en el equilibrio de blanco, negros y medios tonos entre ambas curvas, también se puede ver las difrencias en los azules y purpura (8,13 y 10). Igualmente se observan ligeras diferencias entre los rojos, siendo más fríos con la curva Normal.

Y otra comparación más:



Gamma Expandida 1 CC Video



Gamma Normal CC Video

En estas graficas comparamos el *CC Video* con las dos Curvas de gamma elegidas y se vuelven a ver las grandes diferencias tanto en la escala de grises como en la representación de los tonos de color

Lo que vemos en definitiva en esta primera aproximación al color de la cámara es la irregularidad del comportamiento de los distintos perfiles de color en relación con las curvas de gamma y que es necesario ver una por una con los distintos espacios de color para elegir la combinación más adecuada. Entendemos que probablemente cada curva de gamma lleva asociado su perfil de color, y que este se ajusta a la misma siendo

poco recomendable usar otra distinta, así la curva de gamma normal usa el *CC Normal*, la *Expandida 1* usa el *CC Flat* y la curva de vídeo el *CC video* y entendemos que el *CC Skin* tone se puede aplicar a la gamma *Normal* la *Normal Expandida* y *Video*.

Sin duda necesitamos ver ahora como es el color real más allá de las cartas y para eso hemos recurrido a la observación del bodegón. Veámoslo primero a una temperatura de color de 3.200°k



Gamma Expandida 1 CC Flat 3200°K. Corregido en saturación y ajustando al gris neutro 18%



Gamma Normal CC Normal. 3200°K. Corregido en saturación y ajustando al gris neutro 18%

Comparando los bodegones con el gris neutro ajustados vemos que con la curva *Normal* y *CC Normal* los tonos son más cálidos hacia el amarillo, con rojos más intensos y más anaranjados, resultando el color en normal más vibrante frente a la curva de gamma expandida con *CC Flat* que resulta un tanto más frío y apagado. Sin duda una corrección de color del bodegón en *CC Flat* aproximaría ambas imágenes hasta el punto que en ambas podemos ver que la gama tonal no es muy amplia. Los tonos de la sandía y la papaya así como de los higos no

representan la verdadera diferencia tonal que hay entre ellas. Por otro lado y como vimos en el estudio del rango dinámico hay claras desviaciones de color tanto en los blancos como en los negros en ambas curvas de gama, pero especialmente en la *Expandida 1*, que con la exposición correcta el blanco se desvía hacia el azul/violeta, algo que sucede también con la *Normal* pero de forma menos notoria. Con las sobreexposiciones muy elevadas, el recorte del blanco en la *expandida* una se vuelve amarillento, señal que los tres canales no tienen el mismo punto de corte, por lo que conseguir un equilibrio cromático a lo largo de las diferentes exposiciones es complicado. Esto es lo que ponía de manifiesto el estudio de la carta Macbeth al ver como a escala de grises se desviaba del centro del grafico. Por otro lado con esta misma curva de gamma el negro es ligeramente cian en la exposición correcta y con la curva de gamma *Normal* el negro es ligeramente rojizo respecto, insisto, del gris medio neutro. Estas desviaciones se dan prácticamente con todos los perfiles CC.



Gamma Expandida 1 CC Flat 5600°K. Corregido en saturación y ajustando al gris neutro 18%

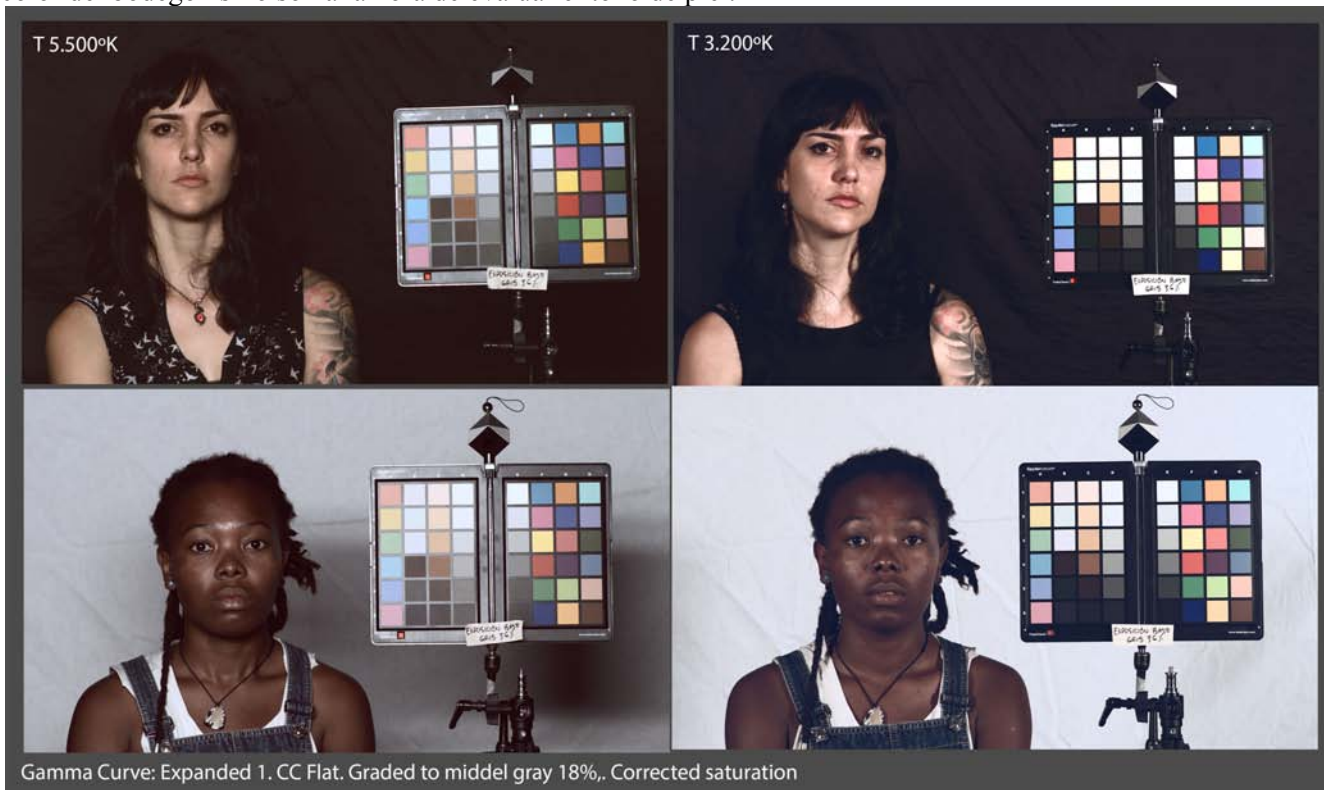


Gamma Normal CC Normal. 5600°K. Corregido en saturación y ajustando al gris neutro 18%

Con iluminación de 5.600°K la curva de gamma expandida muestra un tono ligeramente más cálido, en su conjunto mostrando menos textura en los colores intensos, como los rojos que la curva normal. Los negros son ligeramente rojizos y los blancos hacia el azul. Observamos igualmente que no hay tantos matices de color en ambas curvas. La *Normal* es ligeramente más fría y muestra los colores más vibrantes e intensos con algo más de textura. Los negros con esta curva se entonan más hacia el naranja y también los blancos se enfrían ligeramente.

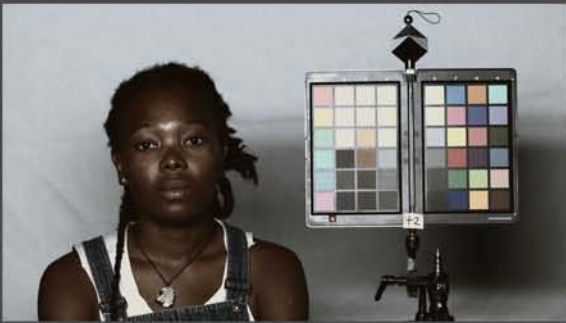


En general podemos decir que las diferencias de color entre ambas curvas con sus CC respectivos no son muy grandes, no obteniéndose una gran ventaja del *CC Flat*, diseñado según el fabricante para sacar el mayor partido en el proceso de colorización. Si estas diferencias no nos han parecido tan significativas en los tonos de color del bodegón si lo son a la hora de evaluar el tono de piel.



El tono de piel blanco a 5600°K es amarillo/verdoso, mientras que a 3200°K es rojizo, un tanto frío, hacia el magenta, con el tono de piel negro, a 3200°K es claramente rojo hacia el magenta y a 5600°K, Gloria, nuestra modelo toma un color aceituna negra (tipo Kalamata) no muy favorecedor. Las imágenes que aquí mostramos están corregidas al gris 18% neutro, por lo que si queremos conseguir tonos de piel más favorecedores toda la escala cromática se vería afectada desvirtuando los demás colores.

+2



+1



Base



-1



-2



-3



Gamma Curve Expanded 1. CC Flat. 5.500°K. Uncorrected saturation. Graded for middle gray 18%

+2



+1



Base



-1



-2



-3

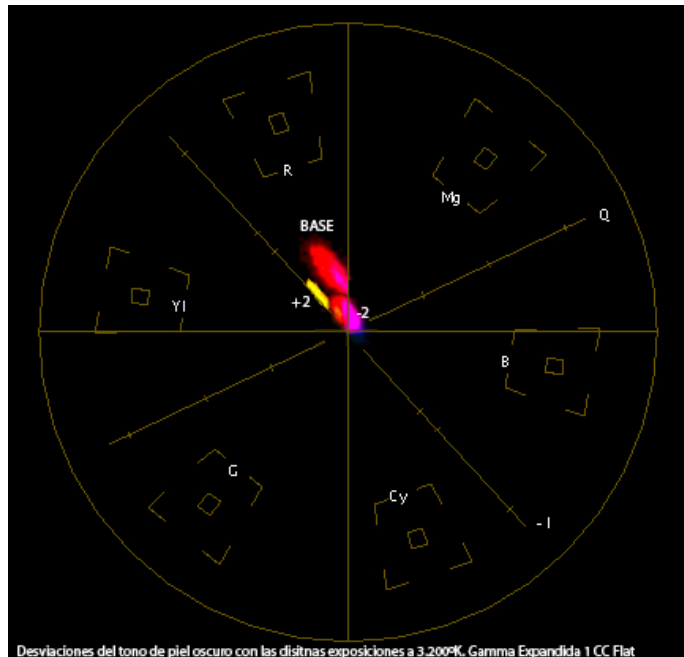


Gamma Curve Expanded 1. CC Flat. 3.200°K. Uncorrected saturation. Graded for middle gray 18%

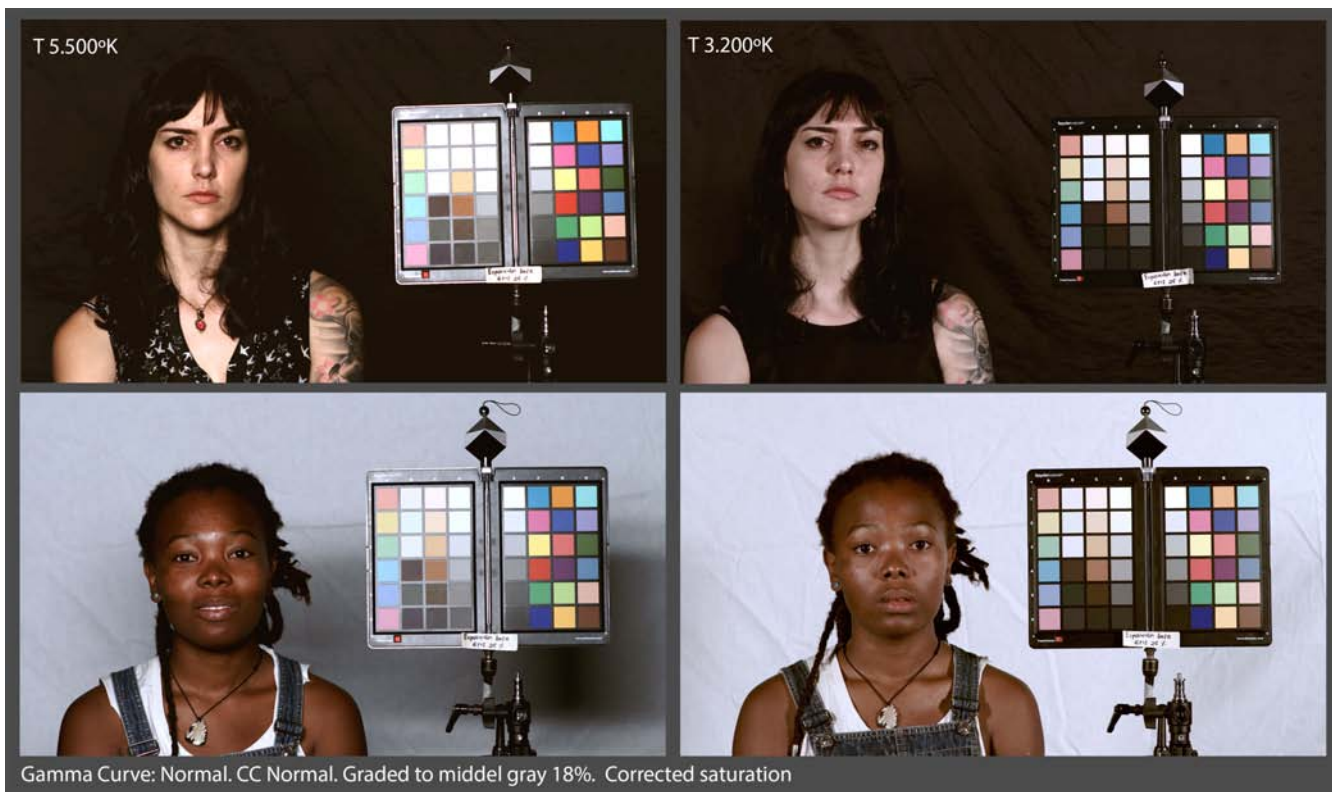
Las imágenes anteriores muestran unas tiras de multiexposición con la curva de gamma *Expandida 1* y el *CC flat*. Hemos escogido esta configuración por ser la que, según el fabricante, ofrece más posibilidades en la corrección de color. Como es habitual hemos corregido para el gris neutro corrigiendo cada exposición para que se parezca lo más posible al valor base. Veamos la tira expuesta con una temperatura de color 3.200°K.

Como ya indicamos en la exposición base el tono de piel de Gloria es rojo/magenta, con un valor de +1 ese tono se desvía hacia el amarillo ligeramente, volviéndose más anaranjado. Con un valor de +2 el tono se desvía aún más hacia el amarillo. Con +3 el tono de piel es realmente ya intratable. Hay que hacer notar igualmente las desviaciones de color de los blancos y los negros, desviaciones que coinciden con el análisis de la carta Macbeth que comentamos al inicio de este apartado. En las subexposiciones se aprecia una clara desaturación y agrisamiento de los tonos de color, con -2 el tono de Gloria es claramente rojo magenta, desviándose casi al púrpura. En cuanto a Gloria, nuestra modelo de piel blanca, muestra el tono ligeramente rojizo en la base, para tener una clara desviación hacia el amarillo con +2, sin embargo, en las subexposiciones el tono permanece constantes si bien con la desaturación característica.

Si observamos, ahora la tira a 5.600°K veremos que Gloria, piel negra, en las sobreexposiciones se va entonando hacia el amarillo, mientras que en las subexposiciones aparece más magenta. El tono de piel de Paulina, se muestra ligeramente amarillo verdoso en la base, entonación que va aumentado a medida que sobreexponemos, sin embargo en las subexposiciones el tono se va ligeramente hacia el púrpura. Hay que hacer notar que la respuesta de la cámara es más consistente trabajando a 5600°K que a 3200°K, pero aún así, los tonos de piel no resultan del todo coherentes en sus diversas exposiciones y en general no aparecen muy naturales.



Desviaciones del tono de piel oscuro con las distintas exposiciones a 3.200°K, Gamma Expandida 1 CC Flat. 3.200°K. Piel oscura.



Gamma Curve: Normal. CC Normal. Graded to middle gray 18%. Corrected saturation

En la imagen superior mostramos la comparación a las dos temperaturas de color, de los tonos de piel con la curva de gamma *Normal* y *CC Normal*, corregidos para el gris medio. Al igual que con la curva *Expandida 1* y la corrección de color *Flat*, el tono de piel de Paulina a 5.600°K es amarillo/verdoso, mientras que a 3200°K es más frío, ligeramente rojizo/magenta. Si embargo, el tono de piel negro de Gloria resulta amarillento a 3200°K y más rojizo/ anaranjado a 5.600°K.



Curva de Gamma Normal. CC Normal. 5.600°K. 50mm T 2.8. Etalonado



Curva de Gamma Normal. CC Normal. 5.600°K. 135mm T 4. Etalonado

En los fotogramas superiores podemos observar los tonos de piel con luz natural, en ellos podemos ver como el tono de color de la piel es ligeramente distinto según la gradación de grises. Con Paulina, la piel blanca que está iluminada presenta un color natural y agradable pero en la zona derecha donde la piel es más oscura, esta adquiere un tinte marrón excesivo. Igual sucede con Gloria, el tono chocolate de su piel no es uniforme en las diferentes gradaciones de luz y sombra del rostro, es ligeramente magenta en la frente, algo más amarillento en la zona de sombras.

La cámara incluye una corrección de color que denomina *Skin Tones*, hemos realizado la prueba de contrastar el tono de piel con el CC Normal y con este perfil, a continuación mostramos las imágenes.



Hemos puesto en cada imagen el vectorscopio indicando el tono de color de piel de las modelos, como se puede observar el tono no varía entre el *CC Normal* y el *CC Skin tones*, modificando únicamente la saturación de algunos de los colores, siendo menor en el perfil *Skin tones* que el *normal*. Lo que si observamos sobre la carta es que algunos colores modifican no solo la saturación sino ligeramente también el tono, así, el azul (13) es más púrpura con el perfil *Skin tones* que en el *Normal* que se muestra algo más cian; la muestra verde (14) en Skintones es más amarillo frente a la Normal que aparece más turquesa, o el azul púrpura (8) que con el CC normal es azul, mientras que con *Skin tones* es más púrpura. En realidad este perfil *Skin tones* en poco ayuda a mejorar los tonos de piel y tan sólo desatura unos colores, que no todos igual que no afectan sustancialmente a la apariencia de la piel de nuestras modelos.

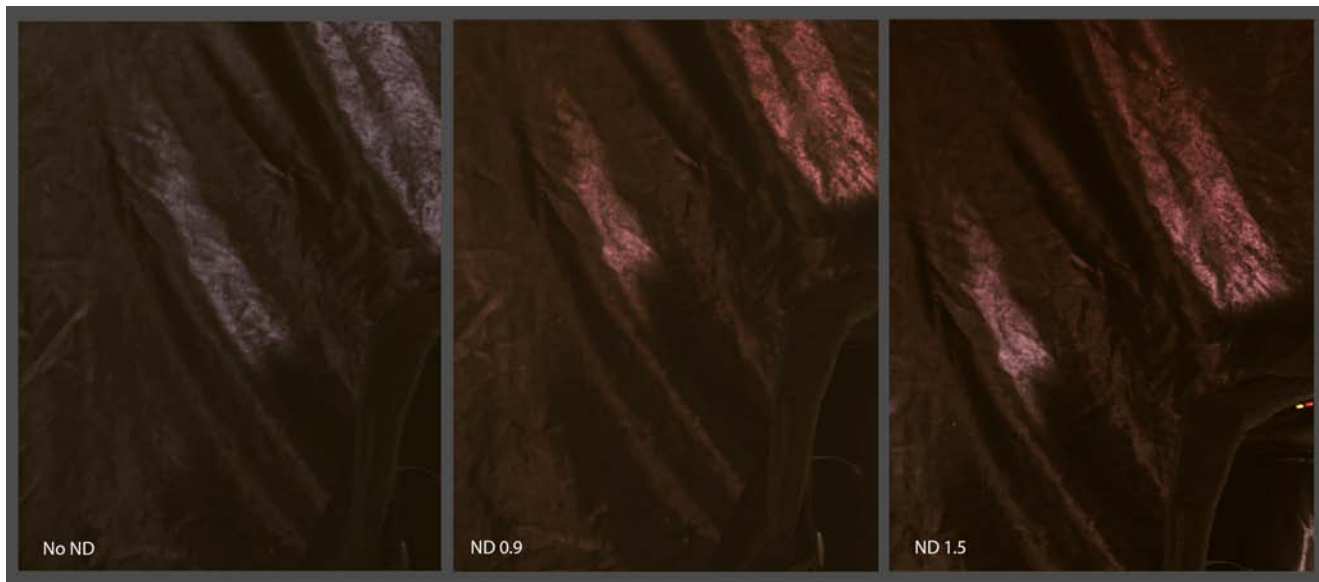
Por último mostramos un fotograma donde se pueden apreciar los colores vibrantes, saturados e intensos que la cámara genera con un exposición correcta con la gamma *Normal* y *CC Normal*.



Metamorfosis. Curva de Gamma Normal. CC normal. Focal 35mm. T 2.8. 5.600°K. fps 29.97. obt 180

EL EFECTO IR

Durante el rodaje de las pruebas con nuestras lámpara de tungsteno hemos observado una clara tendencia hacia el rojo en los negros, tendencia que no sabríamos a que atribuir, si no es a un desequilibrado ajuste de la escala de grises o a la aparición del efecto IR, algo que no cabría de esperar cuando la cámara no estaba utilizando neutro alguno y el fabricante señala que el sensor está protegido por un IR propio. No obstante hemos querido realizar una prueba de IR, que mostramos a continuación. La luz es 3.200°K Tungsteno



Efectivamente podemos notar como aparece el característico tinte rojizo a medida que filtramos con filtros de densidad neutro elevados. Es conveniente por tanto usar filtros neutros que lleven incorporados los IR correspondientes para evitar este tinte de nuestras sombras.

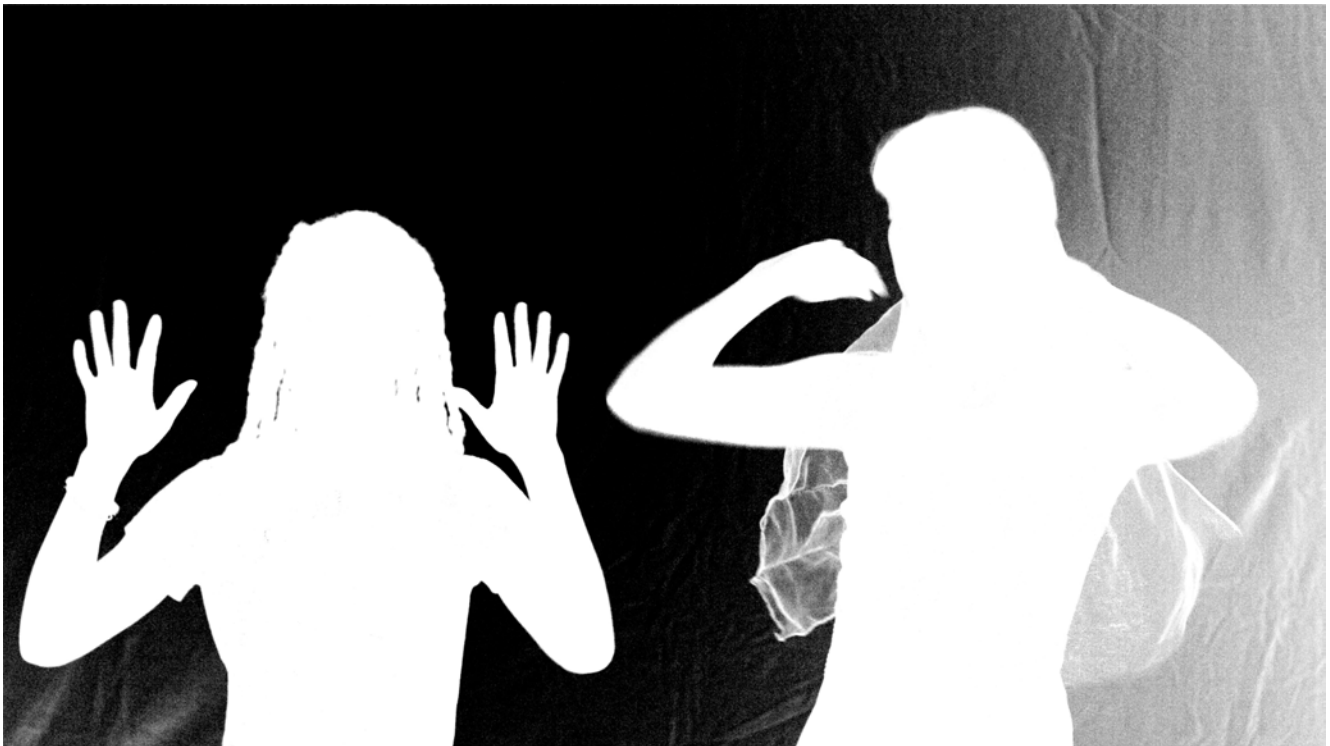
EL CHROMA KEY

Aquí mostramos un fotograma de nuestras modelos con el fondo de croma verde.





Gamma Normal. CC Normal. 3200°K. ISO 320. Canal azul



A pesar de la gradación luminosa del croma, las máscaras son bastantes limpias, gracias al bajo nivel de ruido y el codec prores 444.

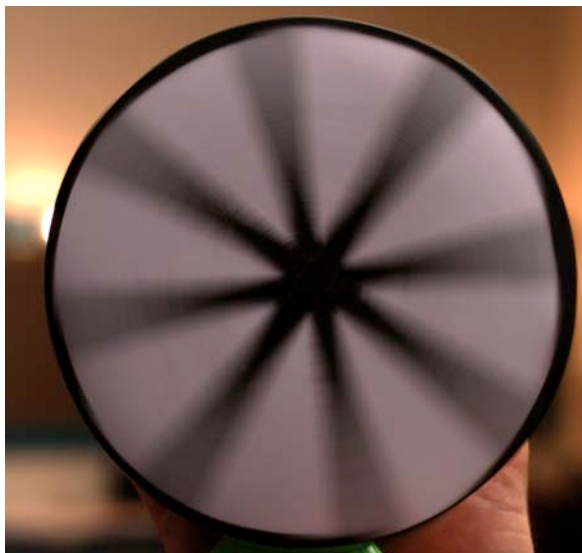
Conclusiones del color:

La cámara muestra una representación de los colores que si bien resultan vibrantes e intensos con determinadas curvas de gamma y correcciones de color no cubren una gran gama tonal, siendo muy restringida su capacidad de mostrar diferentes tonalidades de las misma gama cromática. A esto hay que sumarle, la falta de consistencia y coherencia tonal en relación a las distintas luminosidades, lo que hace realmente difícil la corrección de los tonos de piel, que en general resultan poco naturales, presentando dominantes muy claras con distintas luminosidades. Estas características no se ven modificadas sustancialmente por el cambio de correcciones de color (CC) de la cámara, ni siquiera por aquella que el fabricante señala como *Flat* que no aplica corrección alguna de color, dejando ello para el proceso de corrección de color. En dicho proceso que hemos realizado con Baselight y Scratch hemos observado la dificultad de obtener los tonos de piel adecuados por todo lo citado anteriormente, siendo especialmente ingrato, aquello que el fabricante señala como idóneo, esto es, la conjunción del curva de gamma *Expandida 1* y el *CC Flat*.

OBSERVACIONES ADICIONALES

El efecto de global shutter

Hemos comprobado igualmente el sistema de obturación de la cámara que como el fabricante indica es global, es decir, no vamos a tener el característico efecto flan, gelatina o esviaje propio de las cámaras que no cuentan con un obturador de este tipo. En el disco que gira podemos ver como las líneas verticales y horizontales permanece como tales, sin “doblar” en dirección alguna.



VIDEO PRUEBAS

<https://vimeo.com/170384037>

CREDITOS

Producción Ejecutiva:

Mario Sánchez Rengifo

Dirección de las pruebas y Director de Fotografía:

Alfonso Parra AEC, ADFC

Cámara y asistencia de cámara:

Edwinson Riaños, Esteban Gutiérrez

DIT:

Juan Pablo Bonilla

Colorización:

Sergio Preciado y Jorge Román

Edición

Jorge Román

Foto Fija:

Sara Jurado

Productor de campo:

Vanessa Holguín Duque

Director de Sonido:

Juan Pablo Patiño

Luminotécnicos:

Juan Pablo Ríos, Vanessa Holguín Duque, Tyron Gallego

Decorados:

Paulina Restrepo

Modelo 1:

Paulina Restrepo

Modelo 2:

Gloris Mosquera

Modelo 3 exteriores:

Nataly Valdivieso

Director de teatro:

Javier Jurado

Asistente de teatro:

Camilo Franco

Director Arte:

Javier Jurado, Paulina Restrepo

Actores metamorfosis:

Gregorio: Sergio López

Madre: Andrés Castañeda

Padre: Daniel Ocampo

Criada: Natalia Martínez

Dirección: Javier Jurado

Agradecimientos

A Adriana Bernal, ADFC y Javier Serrano por su ayuda en la lectura del informe y en el análisis de los resultados, a Jorge Román y Sergio Preciado por sus agudas apreciaciones y a todos aquellos que hicieron posible este estudio.

