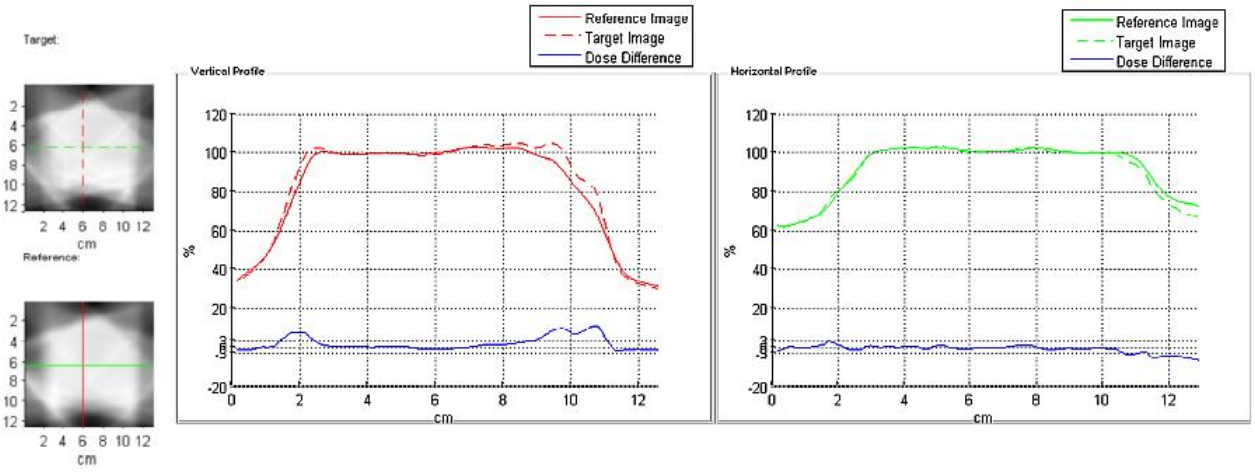
Anexo 1

En este anexo se presenta la comparación de las distribuciones de dosis con las tres técnicas de entrega para los planes en estudio y en el plano 0.0.

Plan 1

El resultado de la comparación de la distribuciones de dosis para la técnica dínamica (SW) para el plano 0.0, se puede apreciar en la figura 6.1 donde se muestra las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). En ésta figura las líneas roja y verde corresponden a los perfiles vertical y horizontal respectivamente. La línea azul es la diferencia de dosis.

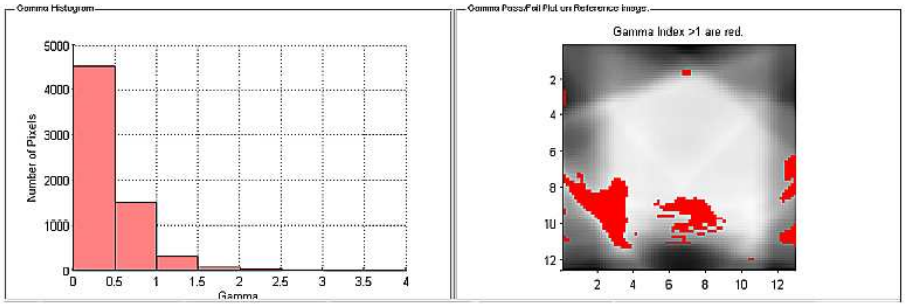
Figura 6.1: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano 0.0 para el plan 1



En la figura 6.1, se puede ver que la mayoría de los puntos considerados cumplen el criterio de aceptación establecido para la diferencia de dosis ($\pm 3\,\%$)

En la siguiente figura 6.2 se puede apreciar la gráfica del paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de pixeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (555 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

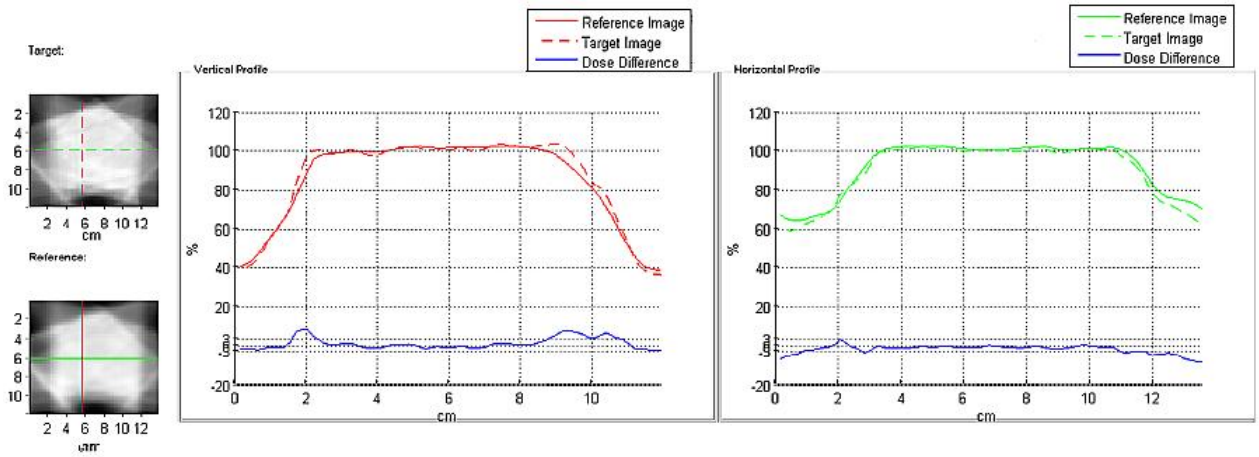
Figura 6.2: Histograma y diagrama de paso/fallo con la técnica dinámica para el plano 0.0



El análisis gamma muestra que un 91.54 % del total de puntos (6560 pixeles) considerados presentan un $\gamma < 1$ y por lo tanto cumplen con el criterio de aceptación.

La prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 con la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10) se puede apreciar en la figura 6.3.

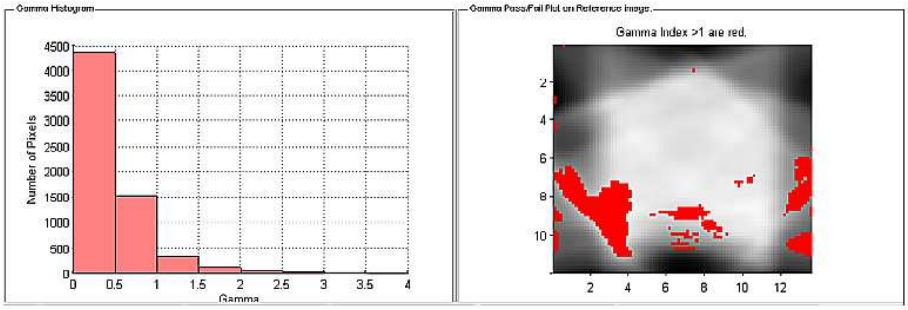
Figura 6.3: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 1



En la figura anterior se puede observar que un gran porcentaje de los puntos considerados cumplen con el criterio de aceptación establecido para la diferencia de dosis, el cual es ±3 %.

Se realizó un análisis gamma, el cual mostró que un 90.93 % del total de puntos (6536 píxeles) considerados presentan un $\gamma < 1$ y por lo tanto cumplen con el criterio de aceptación.

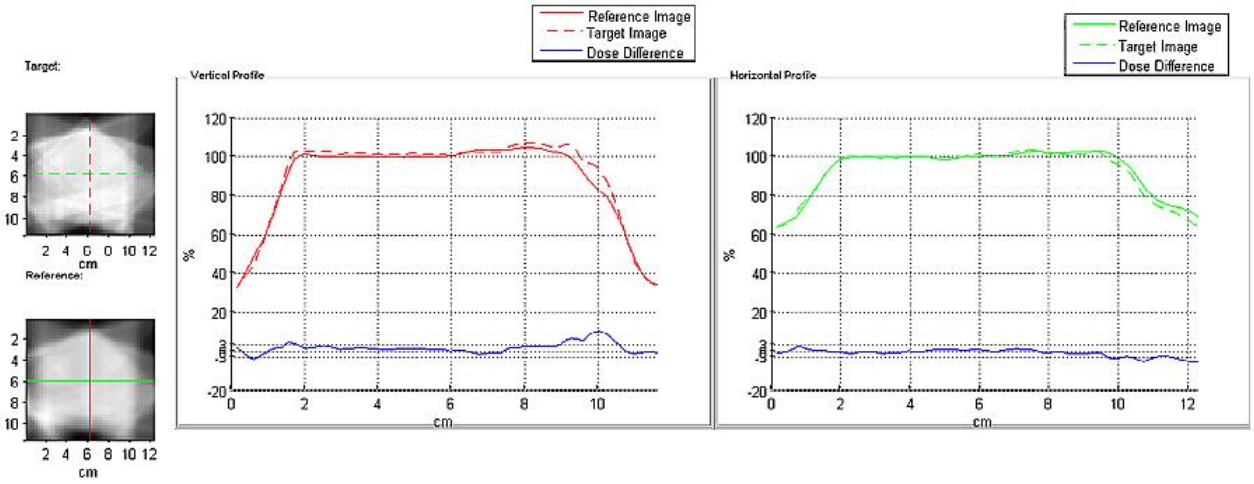
Figura 6.4: Histograma y diagrama de paso/fallo con la técnica estática con 10 niveles de intensidad par el plano 0.0



En la figura 6.4 se muestra el diagrama de paso/fallo donde se aprecian los puntos o zonas que no cumplen los criterios de aceptación, los cuales aparecen en el diagrama como zonas en rojo. Además en la misma figura se observa el histograma correspondiente para el índice gamma.

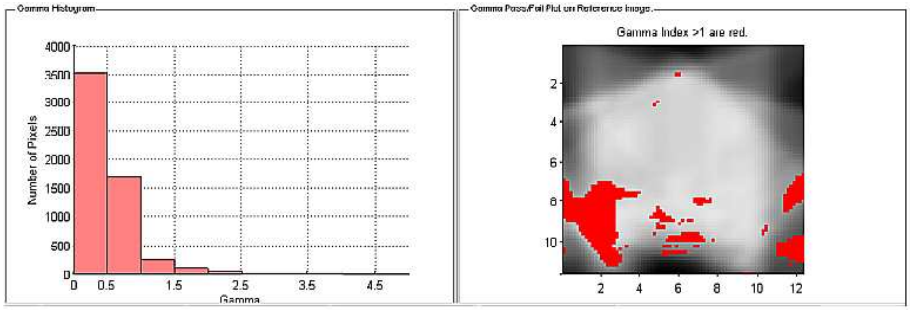
En la figura 6.5, se muestra la prueba de diferencia de dosis para la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5) para el plano 0.0. En la cual se aprecia que la mayoría de los puntos considerados en la distribución cumplen el criterio de aceptación.

Figura 6.5: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 1



El análisis gamma muestra que un 90.38 % del total de puntos considerados (5772 pixeles) presentan un $\gamma < 1$ y por lo tanto cumplen con el criterio de aceptación. En la figura 6.6 se muestra el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente. En el diagrama de paso/fallo se puede apreciar las zonas que no cumplen los criterios de aceptación (zonas en rojo) que corresponden a un total de 555 píxeles.

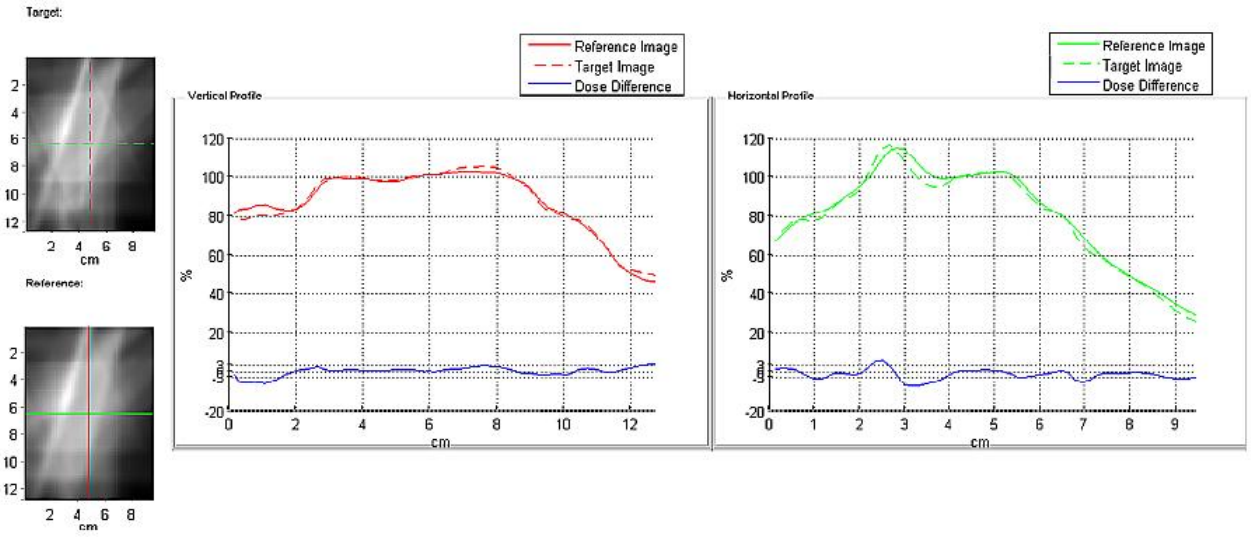
Figura 6.6: Histograma y diagrama de paso/fallo con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano 0.0



Plan 2

La prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 con la técnica dinámica (SW) se puede apreciar en la figura 6.7. Donde se muestra las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja corresponde al perfil vertical y la línea verde al perfil horizontal. La línea azul representa la diferencia de dosis.

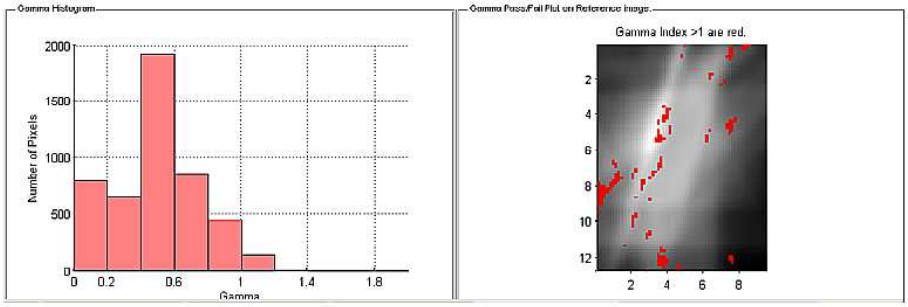
Figura 6.7: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano 0.0 para el plan 2



Se observa de la figura 6.7 que la mayoría de los puntos considerados dentro de la distribución están en acuerdo con el criterio de aceptación.

En la figura 6.8 podemos apreciar el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de pixeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (173 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

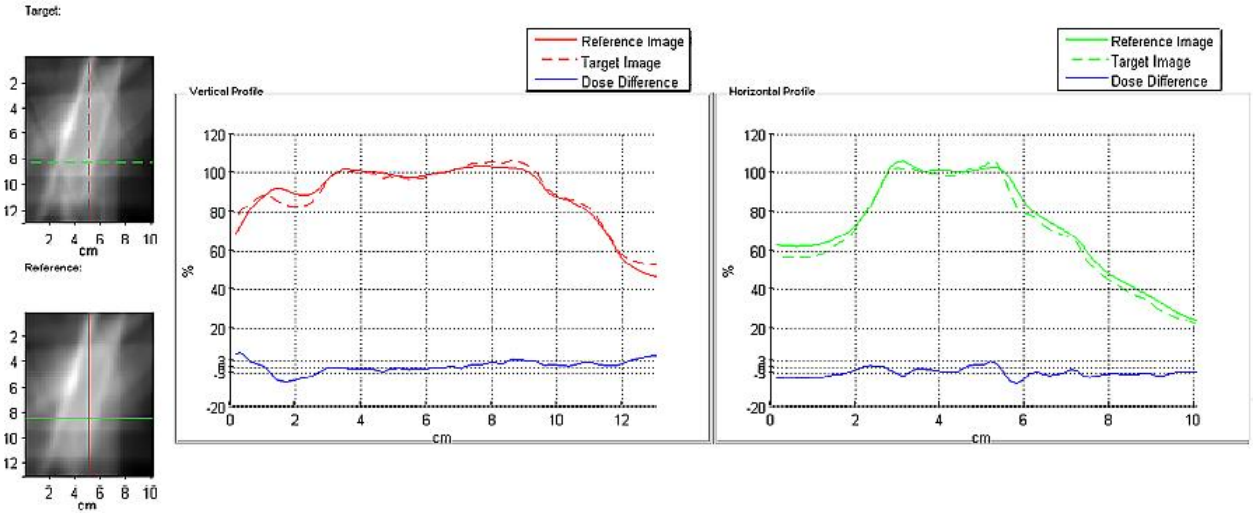
Figura 6.8: Histograma y diagrama de paso/fallo con la técnica dinámica para el plano 0.0



El análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $96.44\,\%$ de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$.

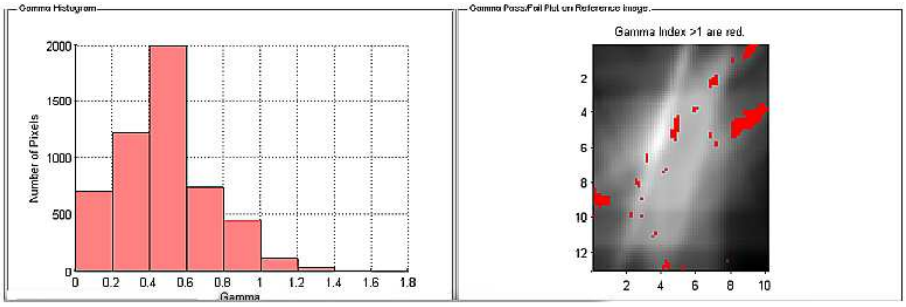
La prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 con la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10) se puede apreciar en la figura 6.9

Figura 6.9: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano 0.0



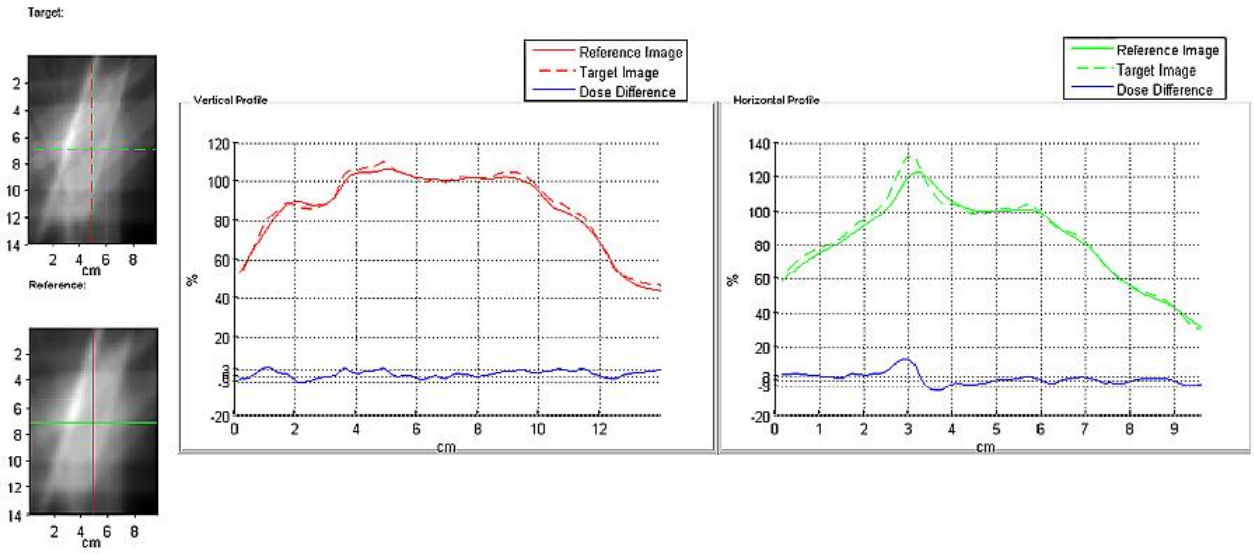
Con el software RIT 113 se realizó un análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $96.2\,\%$ del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.10 se pueden ver en rojo los puntos (píxeles) que están por fuera de la tolerancia, además se muestra el histograma del índice gamma.

Figura 6.10: Histograma y diagrama de paso/fallo con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano 0.0



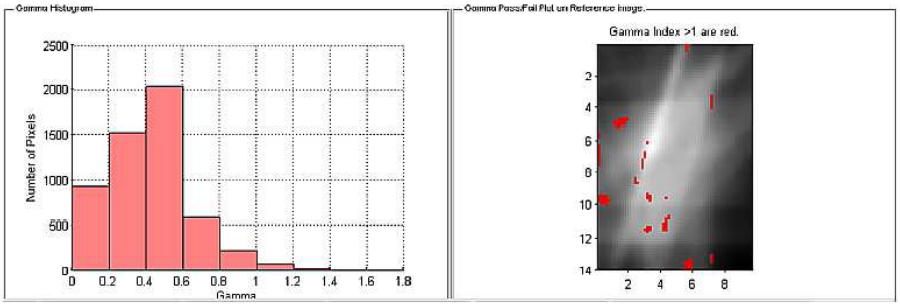
En la figura 6.11, se muestra la prueba de diferencia de dosis para la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5). En ésta figura se aprecia que la mayoría de los puntos condiderados cumplen el criterio de aceptación para la diferencia de dosis ($\pm 3\,\%$)

Figura 6.11: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano 0.0



Se realizó un análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $97.97\,\%$ del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.12 podemos apreciar en rojo los puntos que están por fuera de la tolerancia, además se muestra el histograma del índice gamma.

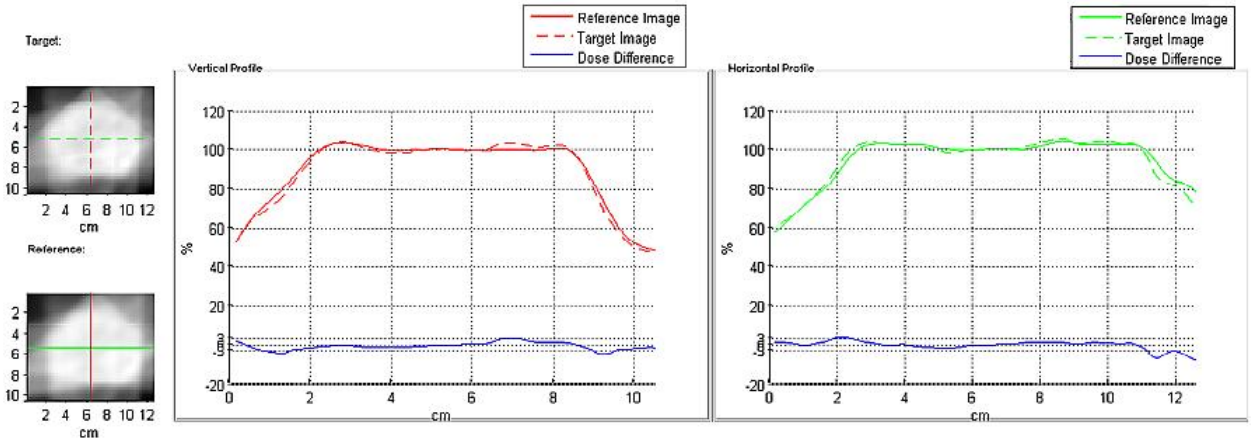
Figura 6.12: Histograma y diagrama de paso/fallo para el índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano 0.0



Plan 3

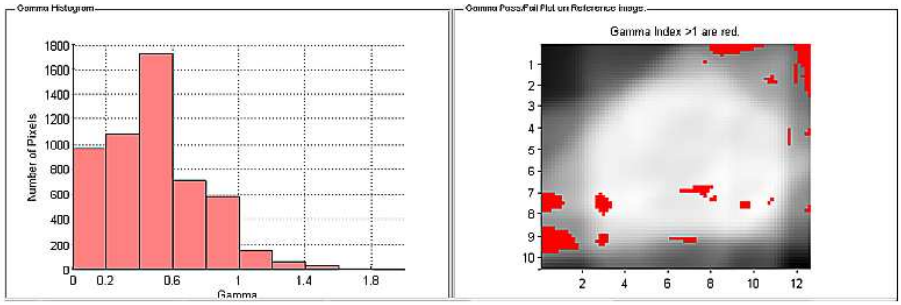
El resultado de la comparación de la distribuciones de dosis para la técnica dínamica (SW) para el plano 0.0 se puede apreciar en la figura 6.13, se muestra en ésta las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja y la línea verde corresponden al perfil vertical y horizontal respectivamente. La línea azul representa la diferencia de dosis. Se puede observar en la figura que un gran porcentaje de los puntos considerados están dentro del criterio de aceptación establecido para la diferencia de dosis.

Figura 6.13: Diferencia de dosis con la técnica dinámica para el plano 0.0



En la figura 6.14 podemos apreciar el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (284 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

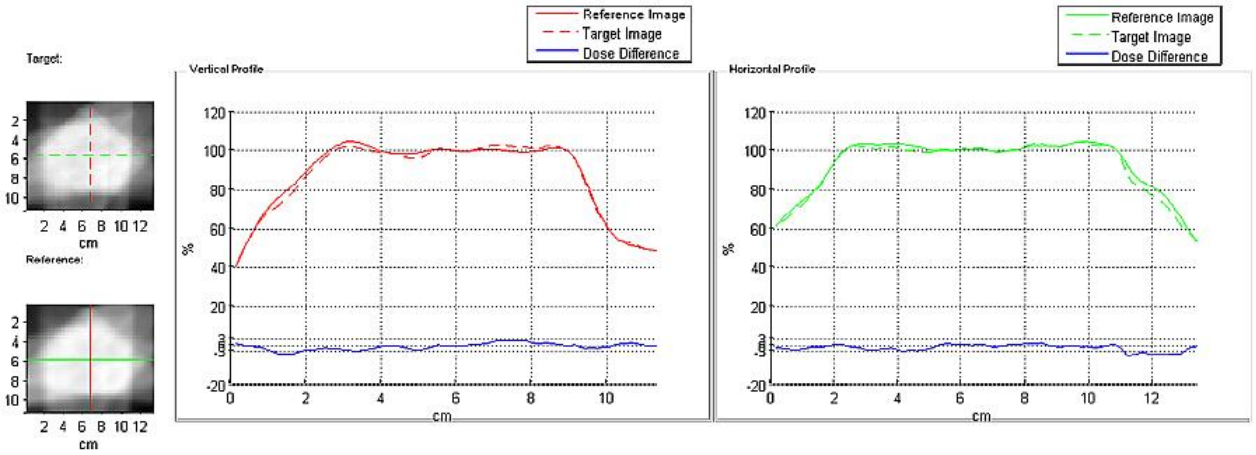
Figura 6.14: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica dinámica para el plano 0.0



El análisis gamma con criterios de aceptación de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, muestra que un $94.7\,\%$ del total de los puntos considerados (5360 píxeles) presentan un $\gamma < 1$.

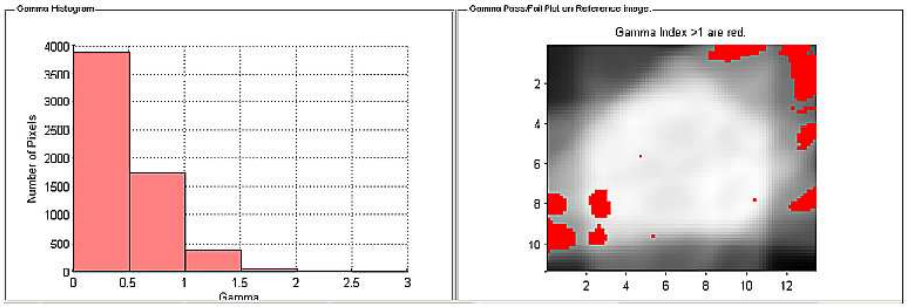
En la figura6.15 se puede observar la prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 con la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10). Se puede ver en la figura la correspondencia entre las distribuciones de dosis comparadas.

Figura 6.15: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 3



En la figura 6.16 podemos apreciar el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (487 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

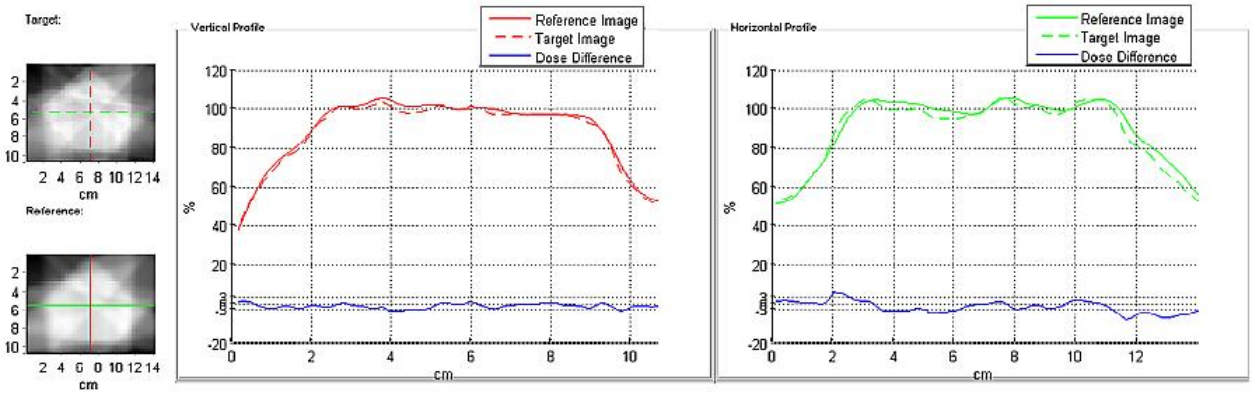
Figura 6.16: Histograma y diagrama de paso/fallo con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano 0.0



El análisis gamma con criterios de aceptación de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, muestra que un 92.04 % del total de los puntos considerados (6120 píxeles) presentan un $\gamma < 1$.

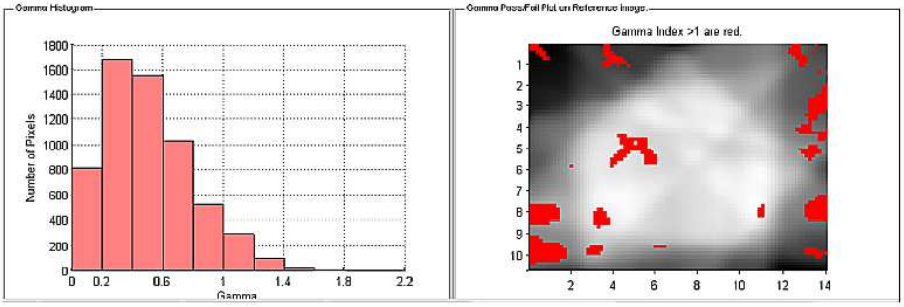
La prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 con la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5) se muestra en la figura 6.17.

Figura 6.17: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 3



Con el software RIT 113 se realizó un análisis gamma con una tolerancia de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un 92.58 % del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.18 se muestra el histograma del índice gamma y el diagrama de paso/fallo donde se puede observar en rojo los puntos (píxeles) que están por fuera de la tolerancia.

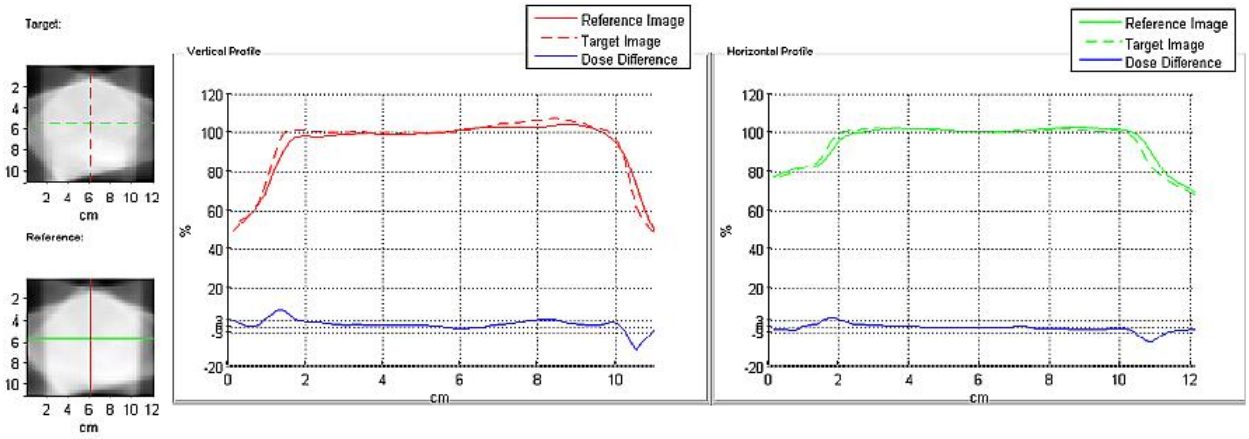
Figura 6.18: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano 0.0



Plan 4

La comparación de la distrubución de dosis medida y calculada para la técnica dinámica para el plano 1.6, se muestra en la figura 6.19 donde se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja corresponde al perfil vertical y la línea verde en perfil horizontal. La línea azul representa la diferencia de dosis.

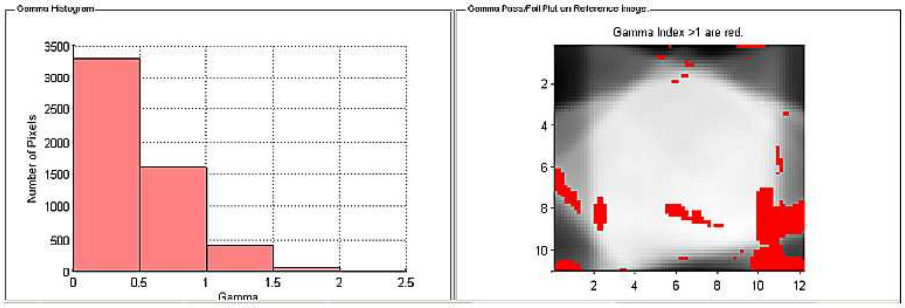
Figura 6.19: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano 0.0 para el plan 4



De la figura anterior se pude ver que la mayoría de los puntos considerados están dentro de criterio de aceptación para la diferencia de dosis, el cual es $\pm 3\,\%$.

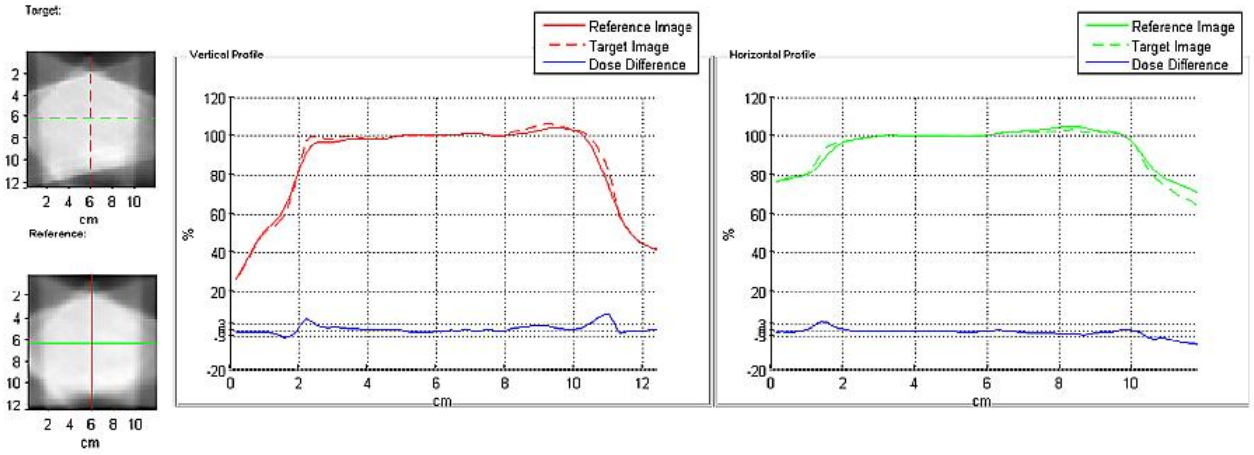
Se realizó un análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $90.83\,\%$ del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.20 se muestra en rojo los puntos (pixeles) que están por fuera de la tolerancia, además se muestra el histograma del índice gamma.

Figura 6.20: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma para la técnica dinámica para el plano 0.0



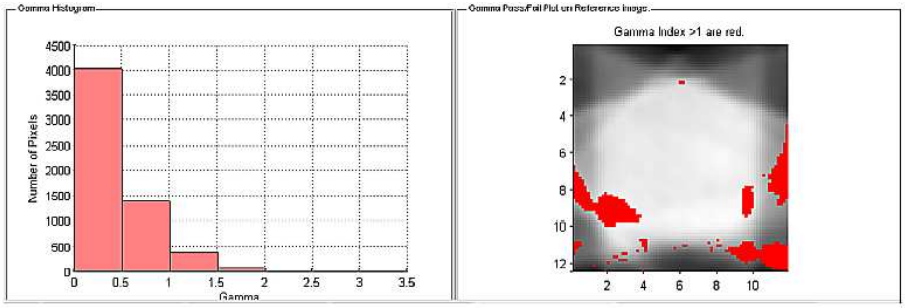
En la figura 6.21, se muestra la prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 con la técnica estática con 10 niveles de intensidad. En ésta figura se puede apreciar que la mayoría de los puntos considerados están de acuerdo con la tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis.

Figura 6.21: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 4



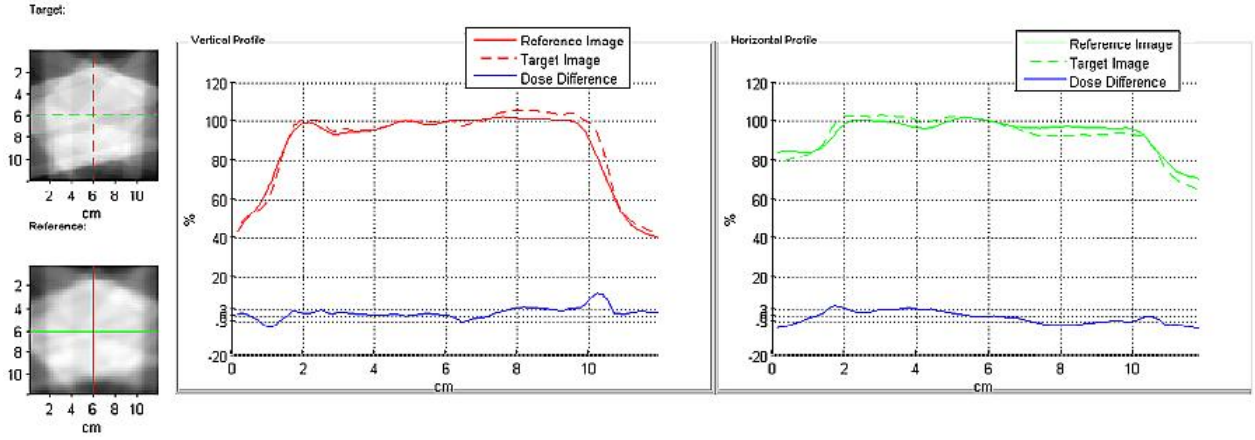
Con el software RIT 113 se realizó un análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, éste mostró que un 91.41 % del total de los puntos considerados en la distribución presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.22 se muestra el histograma del índice gamma y en el diagrama de paso/fallo se puede apreciar en rojo los puntos (píxeles) que están por fuera de los criterios de aceptación.

Figura 6.22: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano 0.0



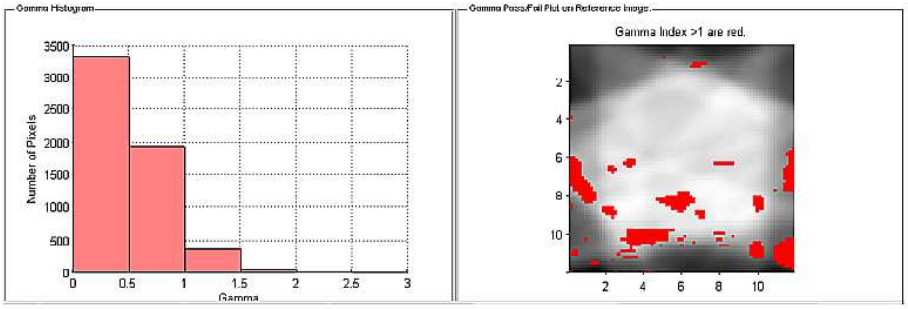
La prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 con la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5) se muestra en la figura 6.23.

Figura 6.23: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 4



En la figura 6.24 podemos apreciar el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (456 píxeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

Figura 6.24: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano 0.0

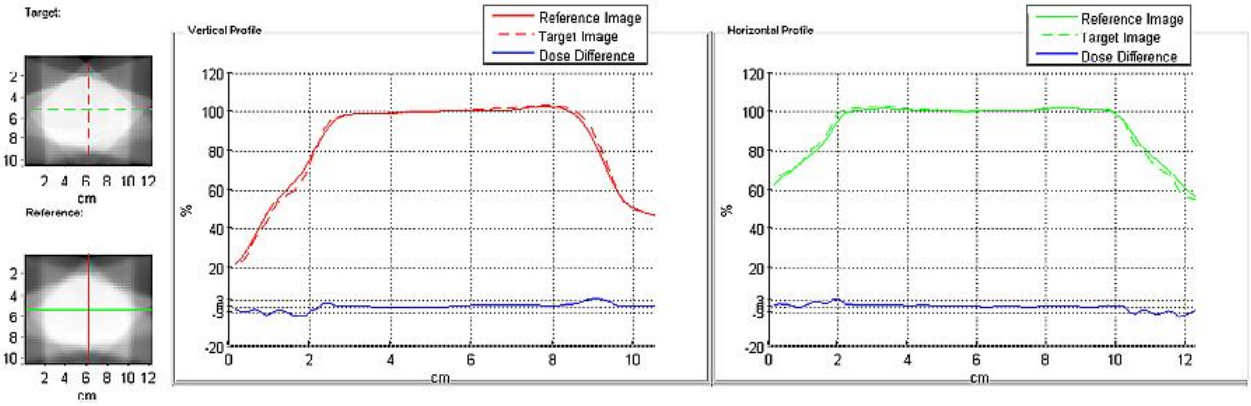


El análisis gamma con criterios de aceptación de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, muestra que un 92 % del total de los puntos considerados (5700 píxeles) presentan un $\gamma < 1$

Plan 5

La comparación de la distrubución de dosis para la técnica dinámica (SW) para el plano 0.0, se puede apreciar en la figura 6.25. Donde también se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja y la línea verde corresponden a los perfiles vertical y horizontal respectivamente. La línea azul representa la diferencia de dosis.

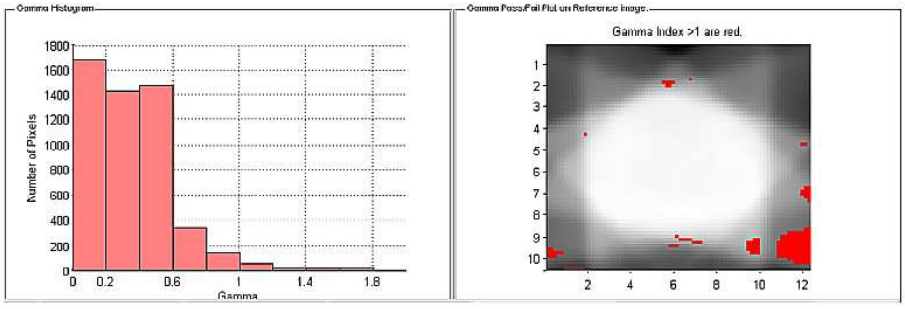
Figura 6.25: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano 0.0 para el plan 5



De la figura anterior se puede observar que la mayoría de los puntos considerados en la distribución están cumpliendo el criterio de aceptación para la diferencia de dosis.

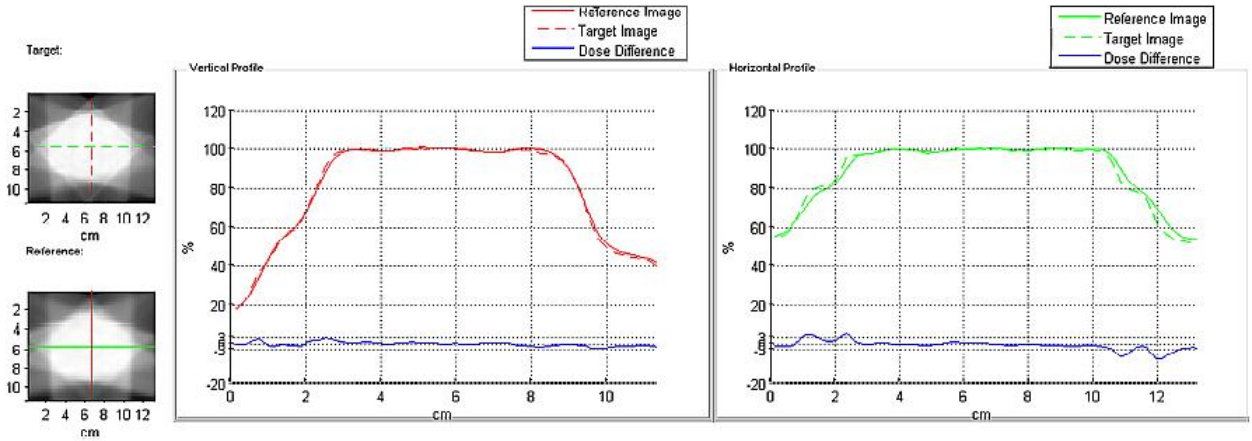
El estudio del índice gamma dio como resultado que el 97.05 % del total de puntos considerados presentan un valor del índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan en el diagrama de paso/fallo como zonas en rojo. El histograma del índice gamma y el diagrama de paso/fallo se muestran en la figura 6.26

Figura 6.26: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica dinámica paar el plano 0.0



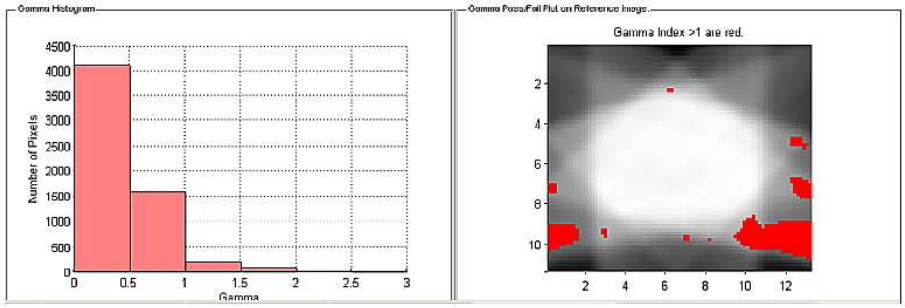
En la figura 6.27 se puede observar la prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 usando la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10).

Figura 6.27: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 5



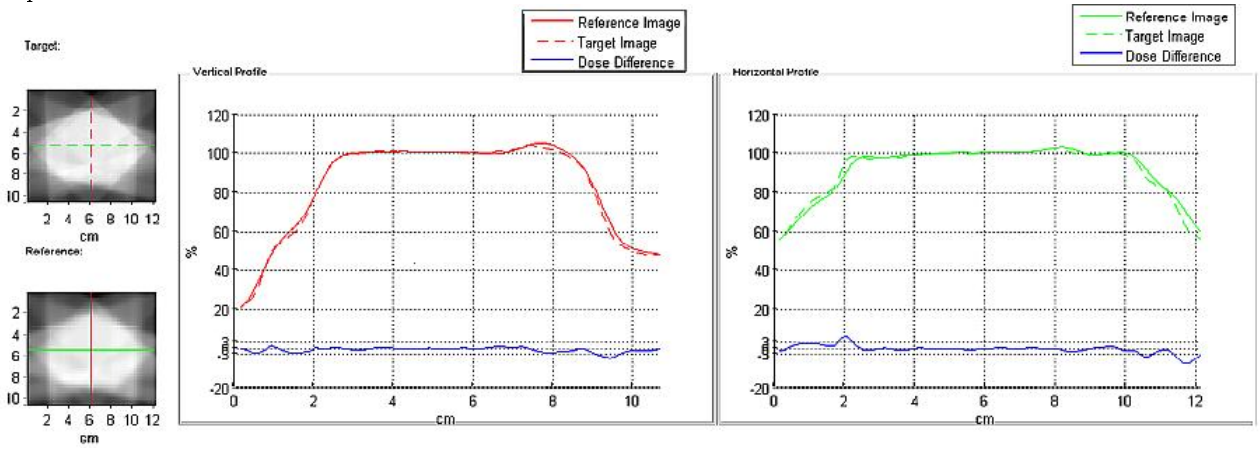
El análisis gamma dio como resultado un valor de 94.03 % del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan como puntos o zonas en rojo en el diagrama de paso/fallo. En la figura 6.28 se muestra el histograma y el diagrama de paso/fallo del índice gamma.

Figura 6.28: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano 0.0



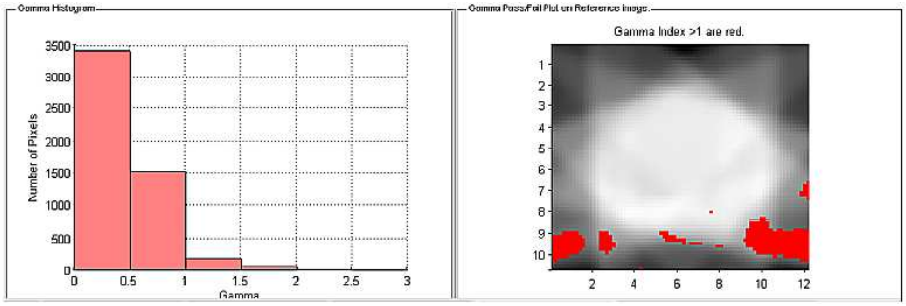
La diferencia de dosis para el plano 0.0 usando la técnica estática con 5 niveles de intensidad se muestra en la figura 6.29. En ésta se puede observar la correspondencia entre la distribución medida y la calculada.

Figura 6.29: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 5



El análisis gamma con criterios de aceptación de ±3 % para la diferencia de dosis y de 3mm para el DTA. Mostró como resultado un valor de 94.13 % del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan como puntos o zonas en rojo en el diagrama de paso/fallo. El cual se muestra en la figura 6.30 junto con el histograma del índice gamma.

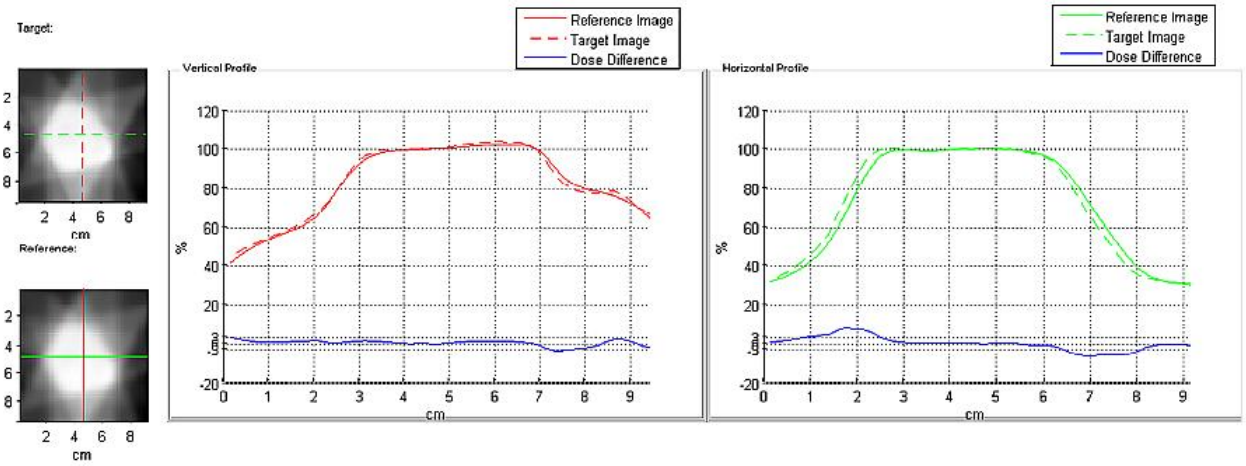
Figura 6.30: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano 0.0



Plan 6

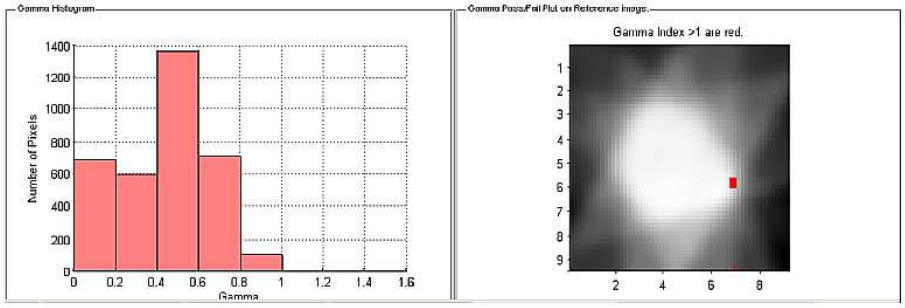
La comparación de la distrubución de dosis para la técnica dinámica para el plano 0.0. En la figura 6.31, se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja corresponde al perfil vertical y la línea verde al perfil horizontal. En la figura la línea azul representa la diferencia de dosis.

Figura 6.31: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano 0.0 para el plan 6



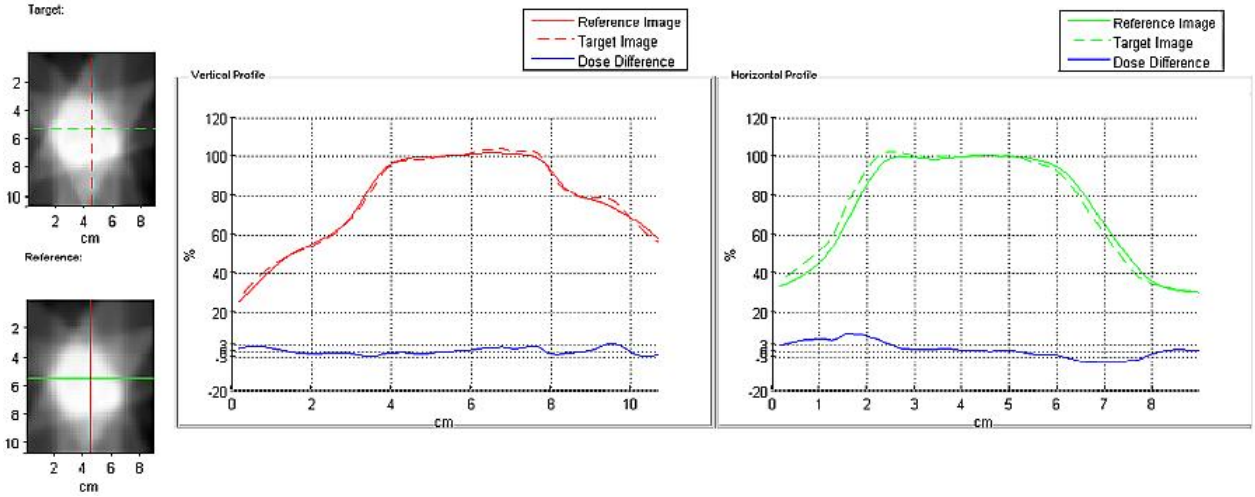
Con el software RIT 113 se realizó un análisis gamma con una tolerancia de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA. Resultando un valor de 99.8 % del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan en el diagrama de paso/fallo como puntos o zonas en rojo. En la figura 6.32 se muestra el histograma y el diagrama de paso/fallo del índice gamma.

Figura 6.32: Histograma y diagrama de paso/fallo del pindice gamma con la técnica dinámica en el plano 0.0 para el plan 6



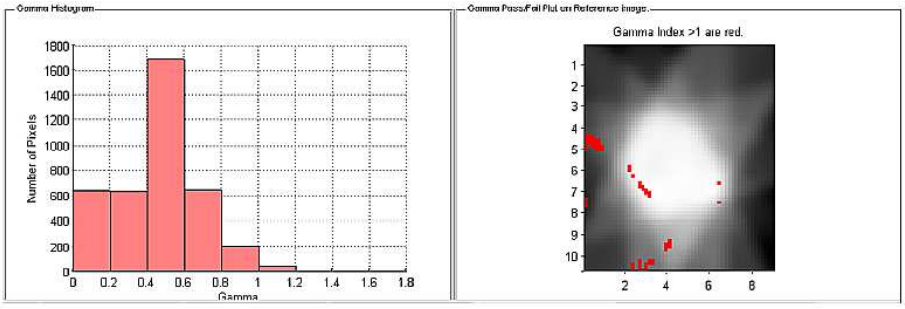
En la figura 6.33 se muestra la prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 usando la técnica estática con 10 niveles de intensidad. En ésta figura se observa que la mayoría de los puntos están dentro del criterio de aceptación ±3 % para la diferencia de dosis.

Figura 6.33: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 6



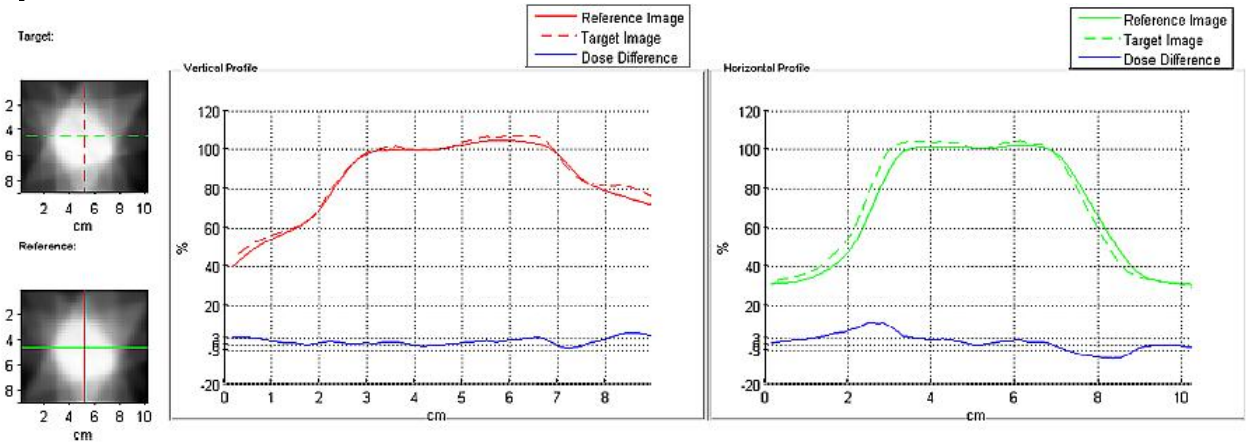
El análisis gamma realizado en el software RIT 113 con criterios de aceptación de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA. Mostró como resultado un valor de 98.45 % del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se pueden ver en el diagrama de paso/fallo como puntos o zonas en rojo. En la figura 6.34, se muestra el histograma y el diagrama de paso/fallo del índice gamma.

Figura 6.34: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 6 .



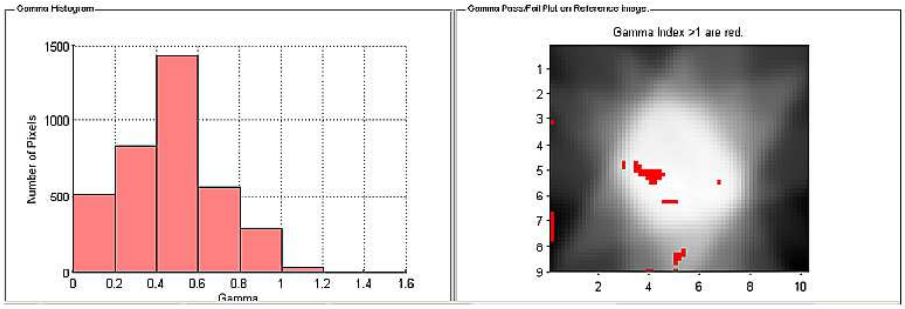
La prueba de diferencia de dosis para el plano 0.0 usando la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5) se muestra en la figura 6.35.

Figura 6.35: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 6



Con el software se realizó un análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $98.7\,\%$ del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. En la figura 6.36 se observa el diagrama de paso/fallo del índice gamma. En éste se pueden ver los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación como puntos o zonas de color rojo. Además se puede apreciar el histograma del índice gamma.

Figura 6.36: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano 0.0 para el plan 6



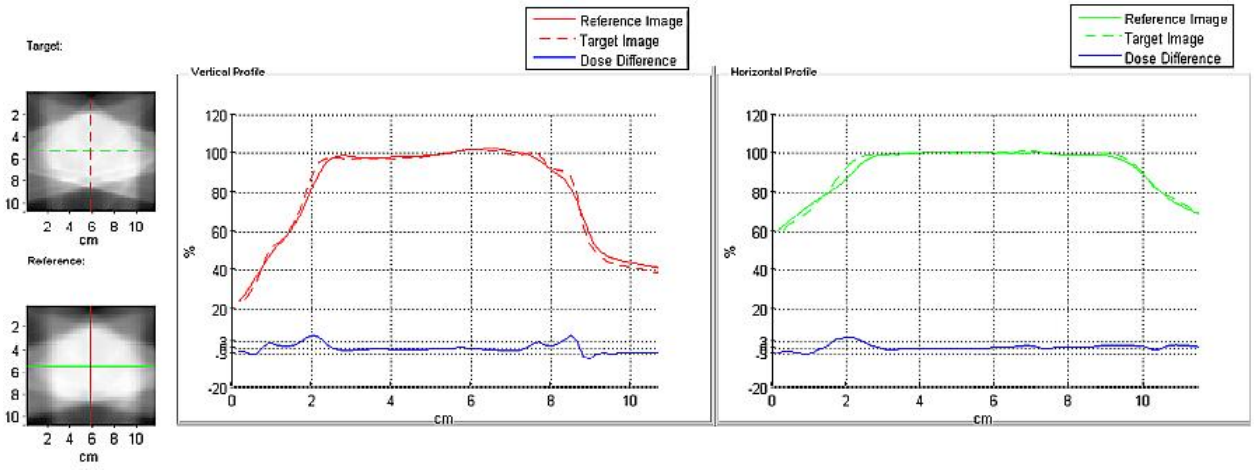
Anexo 2

En este anexo se presenta la comparación de las distribuciones de dosis con las tres técnicas de entrega para los planes en estudio y en el plano -1.6

Plan 1

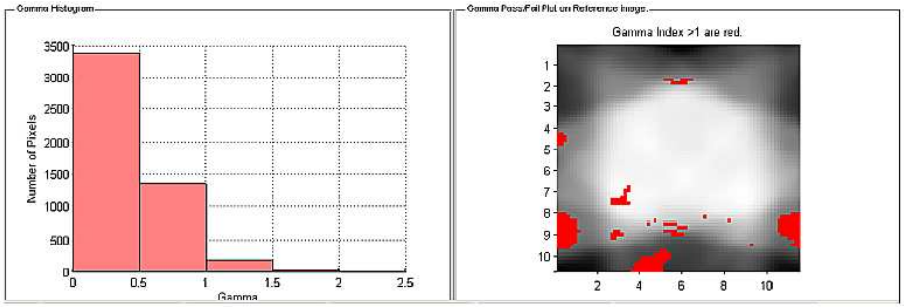
La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica dinámica (SW), se puede apreciar en la figura 6.37. En ésta se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja corresponde al perfil vertical y la línea verde al perfil horizontal. En la figura la línea azul representa la diferencia de dosis. En la figura también se observa que la mayoría de los puntos considerados en la distribución están dentro del criterio de aceptación para la diferencia de dosis.

Figura 6.37: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano -1.6 para el plan 1



En la figura 6.38 se observa el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (232 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

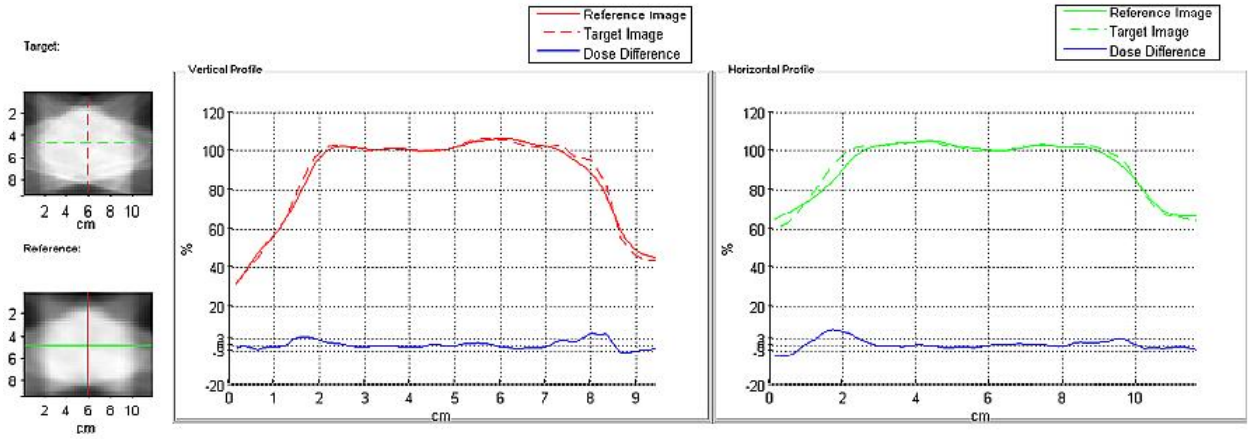
Figura 6.38: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma para la técnica dinámica para el plano -1.6



El análisis gamma realizado mostró que un 95.13 % del total de puntos (4964 pixeles) considerados presentan un $\gamma < 1$ y por lo tanto cumplen con el criterio de aceptación.

La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10) se puede apreciar en la figura 6.39.

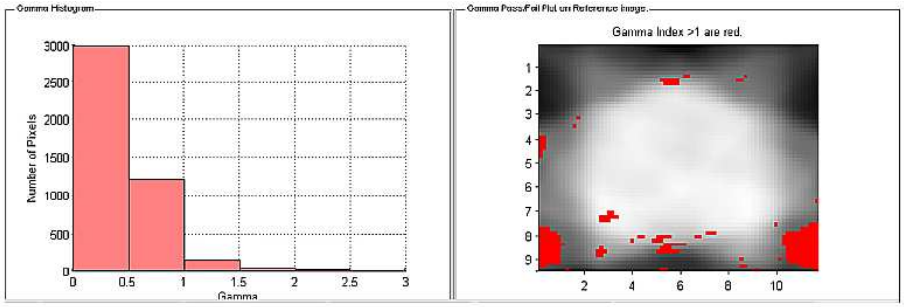
Figura 6.39: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano -1.6



En al figura anterior se puede observar que la mayoría de los puntos considerados en la distribución cumplen con la tolarancia.

En la siguiente figura 6.40 podemos apreciar la gráfica del paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (239 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden ver las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ y que no cumplen los criterios de aceptación. Éstos corresponden a las zonas en rojo.

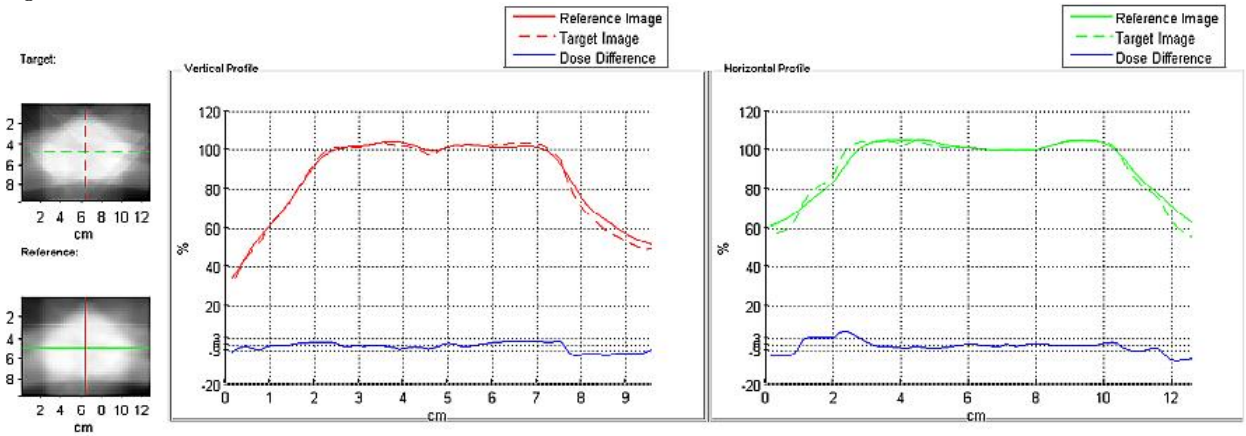
Figura 6.40: Histograma y diagrama de paso/fallo con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano -1.6



El análisis gamma con criterios de aceptación de $\pm 3\,\%$ de diferencia de dosis y 3mm para el DTA, muestra que un 94.62 % del total de los puntos considerados (4440 pixeles) en la distribución presentan un $\gamma < 1$.

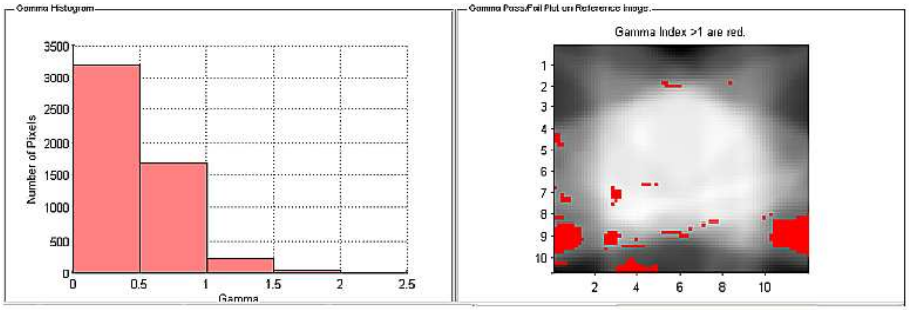
La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5) se puede ver en la figura 6.41. Donde también se puede ver que un gran porcentaje de los puntos considerados se encuentran dentro del criterio de aceptación ($\pm 3\,\%$)

Figura 6.41: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano -1.6



En la figura 6.42 se muestra el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (298 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

Figura 6.42: Histograma y diagrama de paso/fallo con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano -1.6

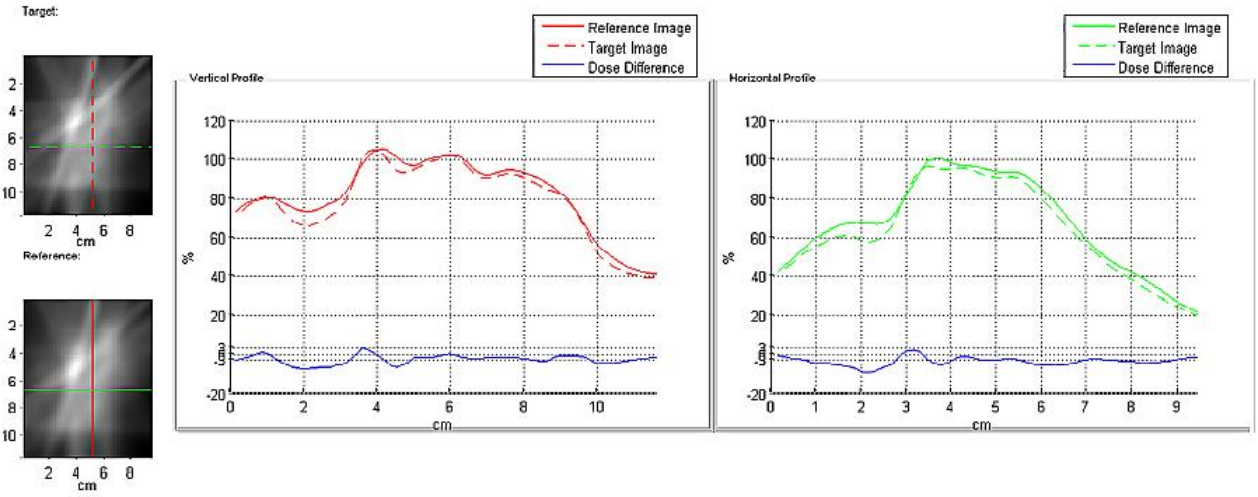


El análisis gamma mostró que un 94.23 % del total de los puntos considerados (5168 pixeles) presentan un $\gamma < 1$. Usando como criterios de aceptación de ± 3 % de diferencia de dosis y 3mm para el DTA.

plan 2

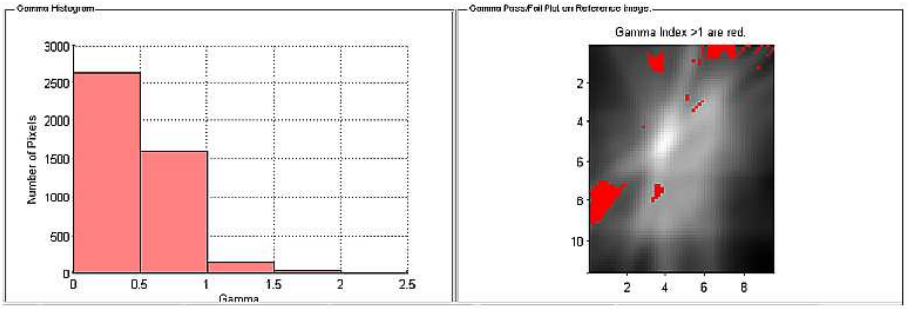
En la figura 6.43, se puede ver la prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica dinámica (SW). además se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja corresponde al perfil vertical y la línea verde al perfil horizontal. En la figura la línea azul representa la diferencia de dosis.

Figura 6.43: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano -1.6 para el plan 2



En la figura 6.44 podemos apreciar el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (201 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

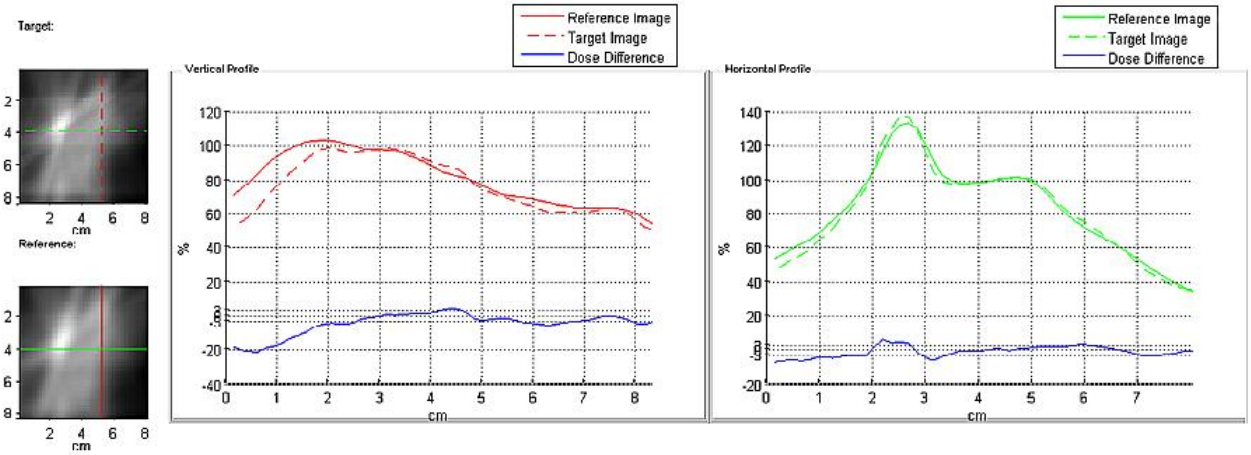
Figura 6.44: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma para la técnica dinámica para el plano -1.6



El análisis gamma realizado con el software RIT 113 con criterios de aceptación de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, muestra que un 95.47 % del total de los puntos considerados (4440 pixeles) presentan un $\gamma < 1$.

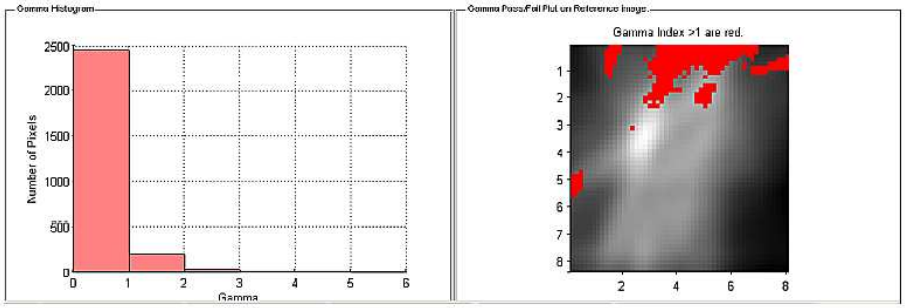
La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica estatica con 10 niveles de intensidad (SS 10) se puede apreciar en la figura 6.45. En ésta se puede observar que en el perfil vertical existe una zona donde no se cumple en criterio de aceptación para la diferencia de dosis.

Figura 6.45: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano -1.6



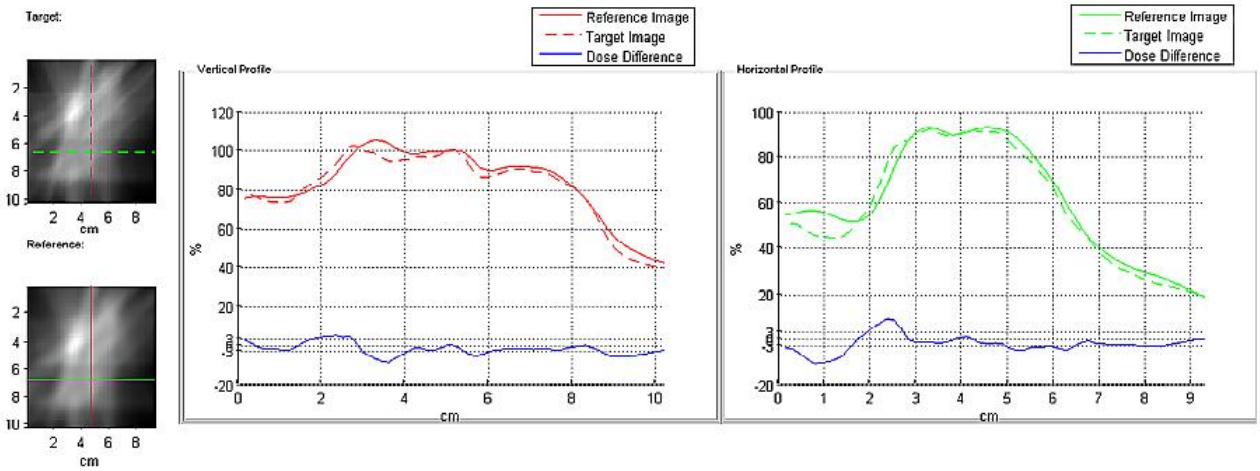
Con el software RIT 113 se realizó un análisis gamma con una tolerancia de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un 90.18 % del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.46 podemos apreciar en rojo los puntos (píxeles) que están por fuera de la tolerancia, además se muestra el histograma del índice gamma.

Figura 6.46: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano -1.6



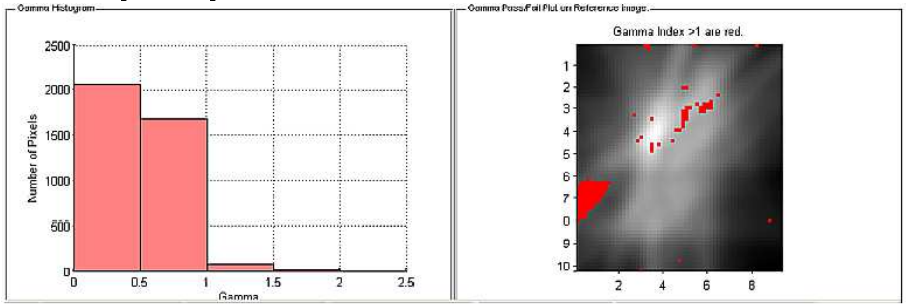
La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5) se puede ver en la figura 6.47.

Figura 6.47: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 2



En la figura 6.48 se muestra el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (116 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

Figura 6.48: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano -1.6

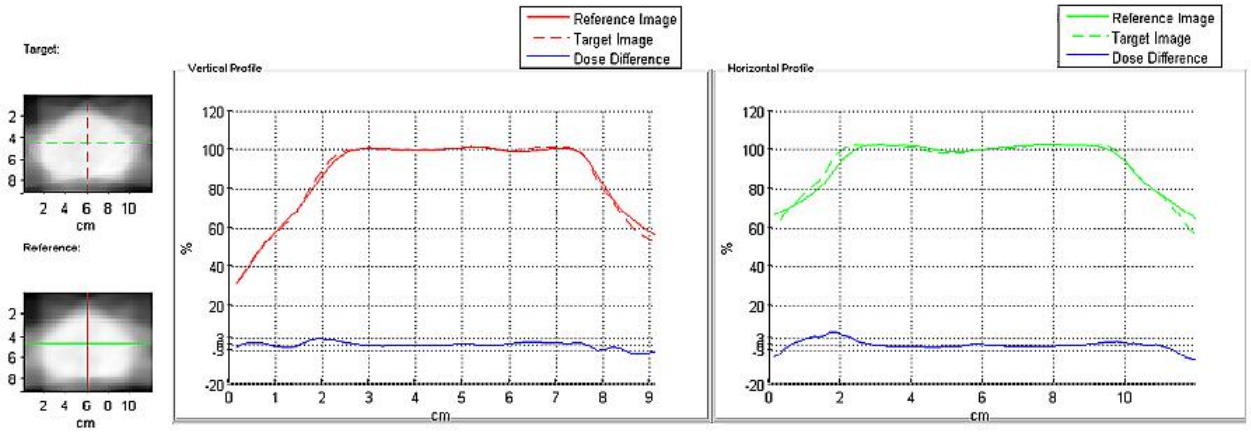


El análisis gamma con criterios de aceptación de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, muestra que un 96.98 % del total de los puntos considerados (3835 pixeles) presentan un $\gamma < 1$.

plan 3

La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica dinámica (SW) se muestra en la figura 6.49. En ésta se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja y la línea verde corresponden al perfil vertical y horizontal respectivamente. La línea azul representa la diferencia de dosis. En ésta se puede observar la correspondencia entre la distribución medida y la calculada.

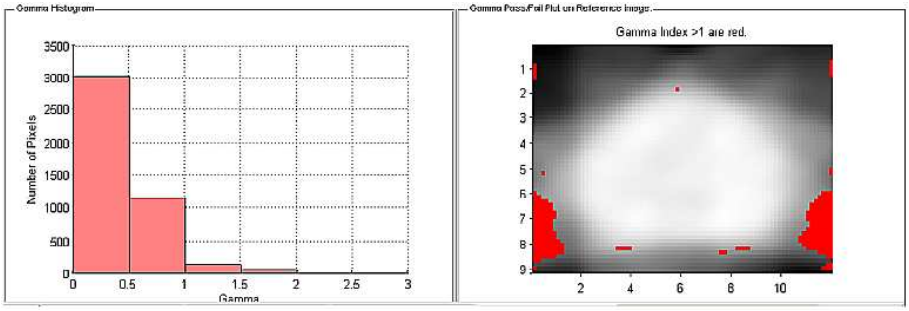
Figura 6.49: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano -1.6 para el plan 3



De la figura anterior se ve que la mayoría de los puntos considerados en la distribución están dentro de la tolerancia establecida para la diferencia de dosis.

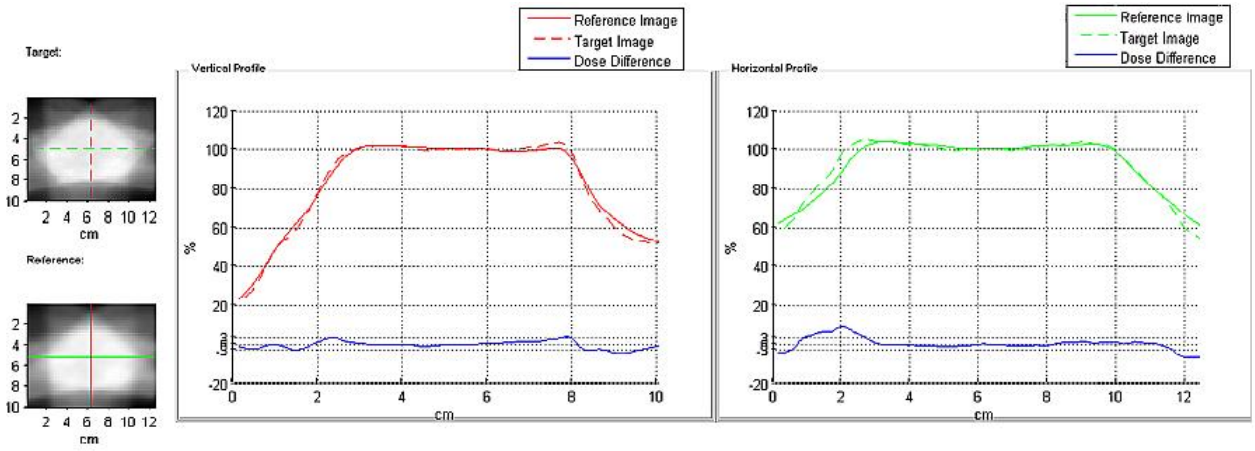
Se realizó un análisis gamma con una tolerancia de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un 94.83 % del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.50 se puede observar el histograma del índice gamma, además en el diagrama de paso/fallo se pueden apreciar en rojo los puntos (pixeles) que están por fuera de la tolerancia.

Figura 6.50: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica dinámica para el plano plano -1.6



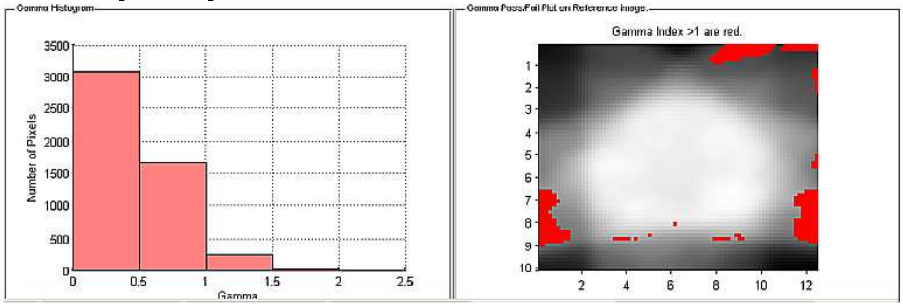
La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10) se muestra en la figura 6.51. En ésta se evidencia que un gran porcentaje de los puntos considerados están en acuerdo con el criterio de aceptación.

Figura 6.51: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 3



En la figura 6.52 podemos apreciar el diagrama de paso/fallo del índice gamma y el histograma correspondiente indicando el número de píxeles dentro de la distribución que no cumplen los criterios de aceptación (303 pixeles). En el diagrama de paso/fallo se pueden observar las zonas donde se presenta un índice gamma $\gamma > 1$ las cuales corresponden a las zonas en rojo.

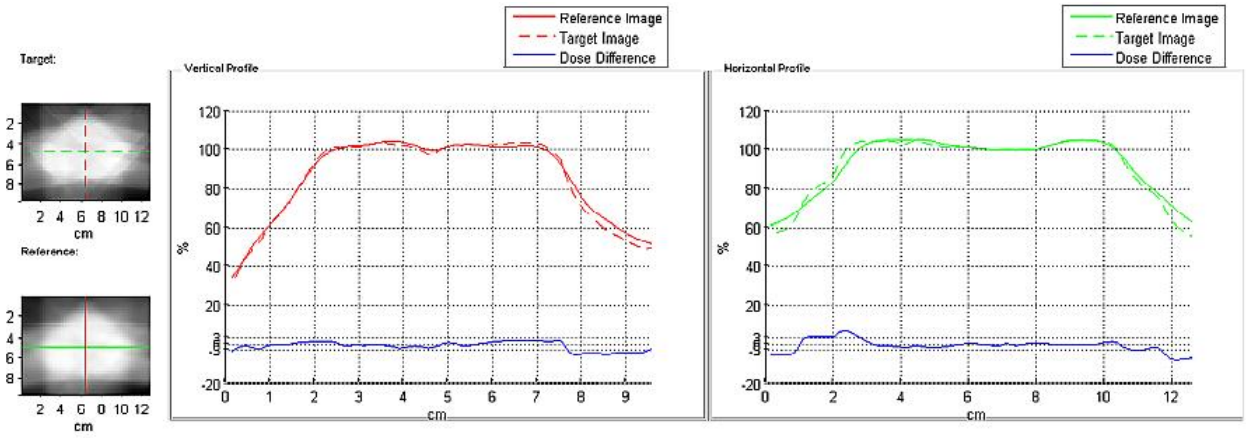
Figura 6.52: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano -1.6



El análisis gamma con criterios de aceptación de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, muestra que un 94.01 % del total de los puntos considerados (5056 pixeles) presentan un $\gamma < 1$

En la figura6.53, se muestra la prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 con la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5).

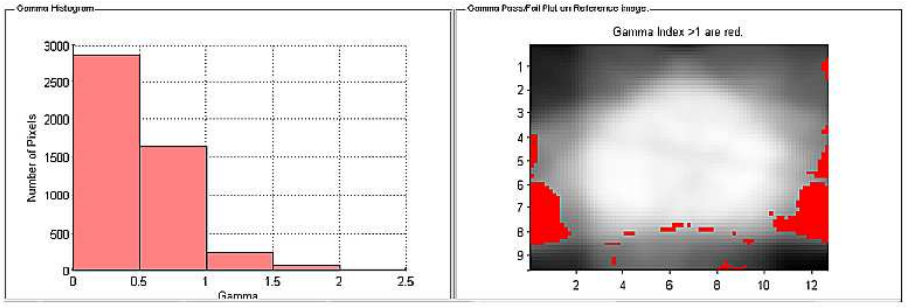
Figura 6.53: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 3



De la figura anterior se puede apreciar que la mayoría de los puntos considerados están dentro de la tolerancia establecida para la diferencia de dosis (±3 %)

Con el software RIT 113 se realizó un análisis gamma con una tolerancia de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un 92.5 % del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.54 se muestra en rojo los puntos (píxeles) que están por fuera de la tolerancia, además se muestra el histograma del índice gamma.

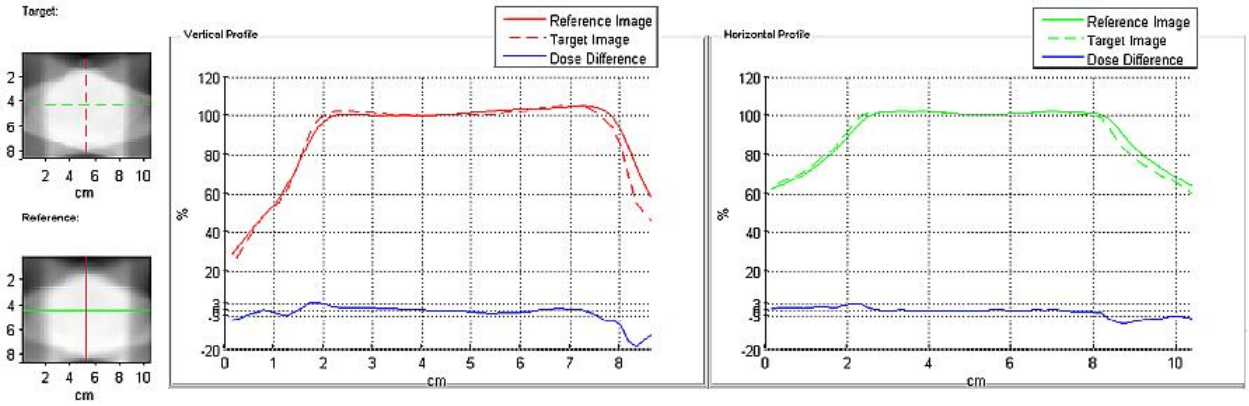
Figura 6.54: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano -1.6



Plan 4

En la figura 6.55 se puede observar la prueba de diferencia de dosis para el plano 1.6 con la técnica dinámica (SW). Además se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja corresponde al perfil vertical y la línea verde al perfil horizontal. En la figura la línea azul representa la diferencia de dosis.

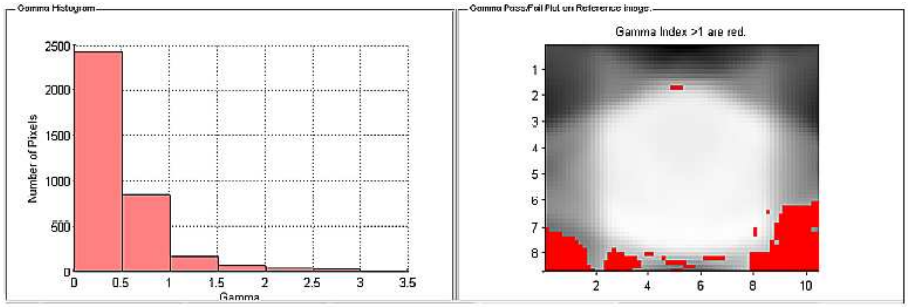
Figura 6.55: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano -1.6 para el plan 4



De la figura anterior se puede observar que la mayoría de los puntos considerados se encuentran dentro de la tolerancia para la diferencia de dosis.

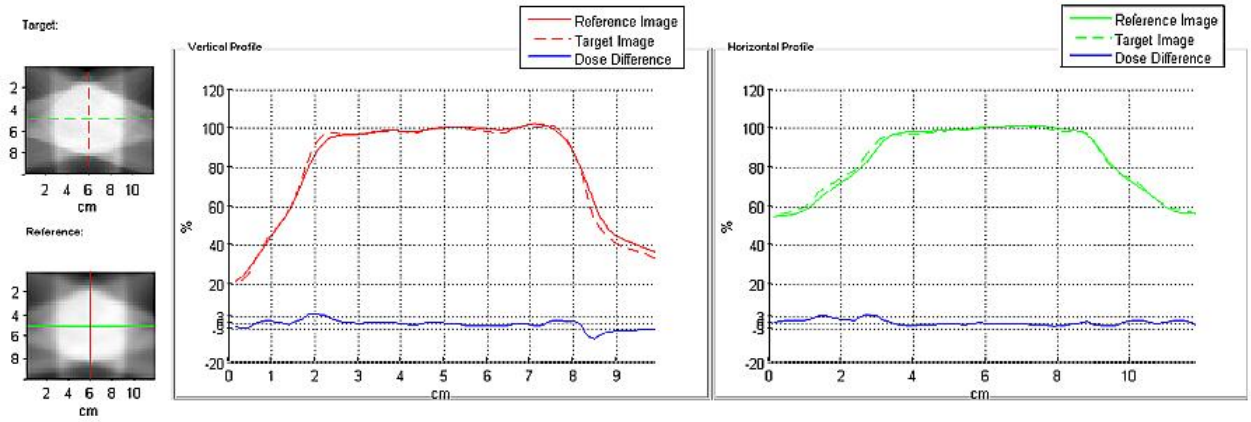
Se realizó un análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $90.19\,\%$ del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.56 se muestra el histograma del índice gamma y en el diagrama de paso/fallo se puede ver en rojo los puntos (píxeles) que están por fuera de la tolerancia.

Figura 6.56: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica dinámica para el plano -1.6



La prueba de diferencia de dosis para el plano 1.6 con la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10) se puede observar en la figura 6.57.

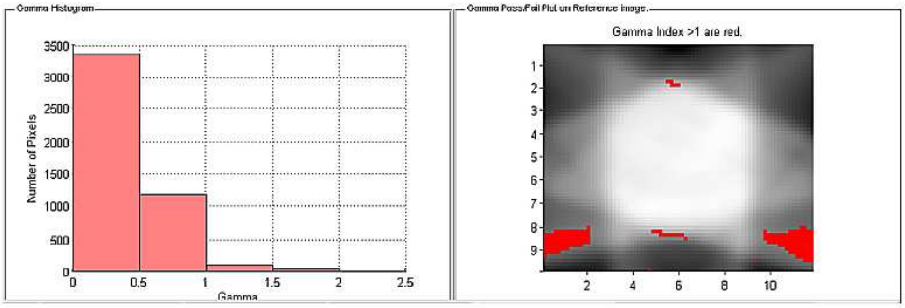
Figura 6.57: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano -1.6



De la figura anterior se pude observar la correspondencia entre la distribución medida y calculada.

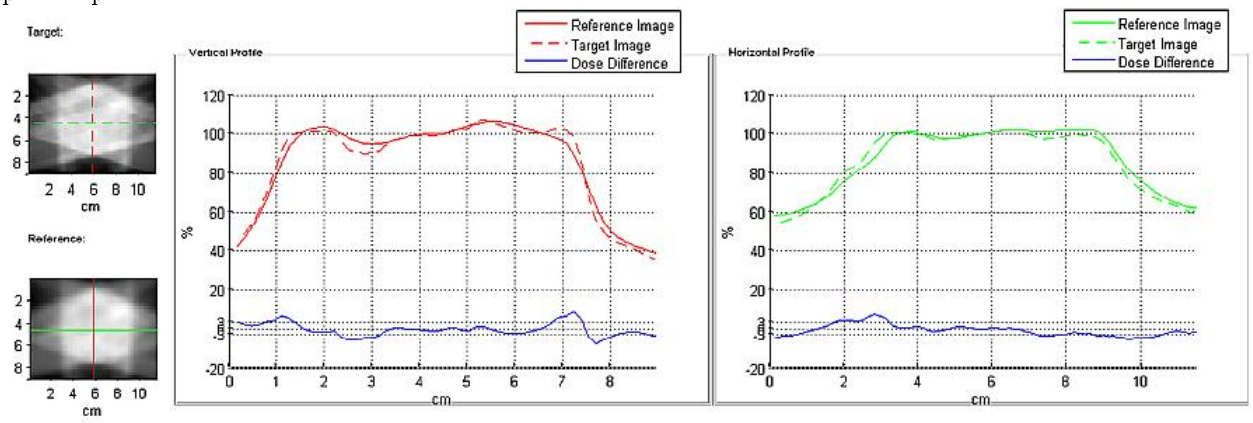
Se realizó un análisis gamma con una tolerancia de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un 96.28 % del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.58 se muestra el histograma del índice gamma y en el diagrama de paso/fallo se puede apreciar en rojo los puntos (pixeles) que están por fuera de los criterios de aceptación.

Figura 6.58: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano -1.6



En la figura 6.59 se puede apreciar la prueba de diferencia de dosis para el plano 1.6 con la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5).

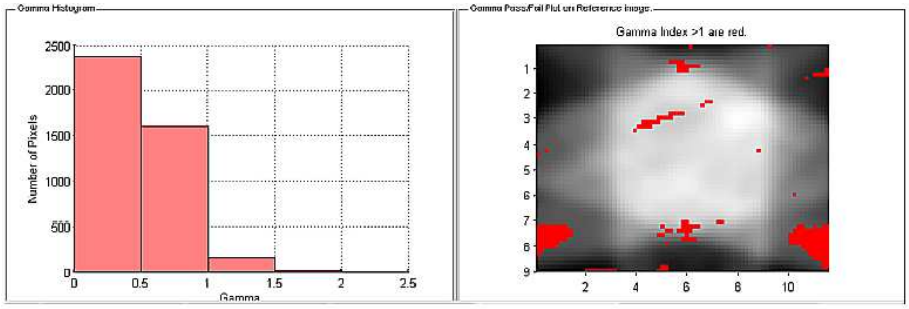
Figura 6.59: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 4



De la figura anterior se puede ver que un gran porcentaje de los puntos están dentro del criterio de aceptación ($\pm 3\,\%$) para la diferencia de dosis.

Se realizó un análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $95.17\,\%$ del total de los puntos considerados presentan un $\gamma < 1$. En la figura 6.60 se muestra en rojo los puntos (pixeles) que están por fuera de la tolerancia, además se muestra el histograma del índice gamma.

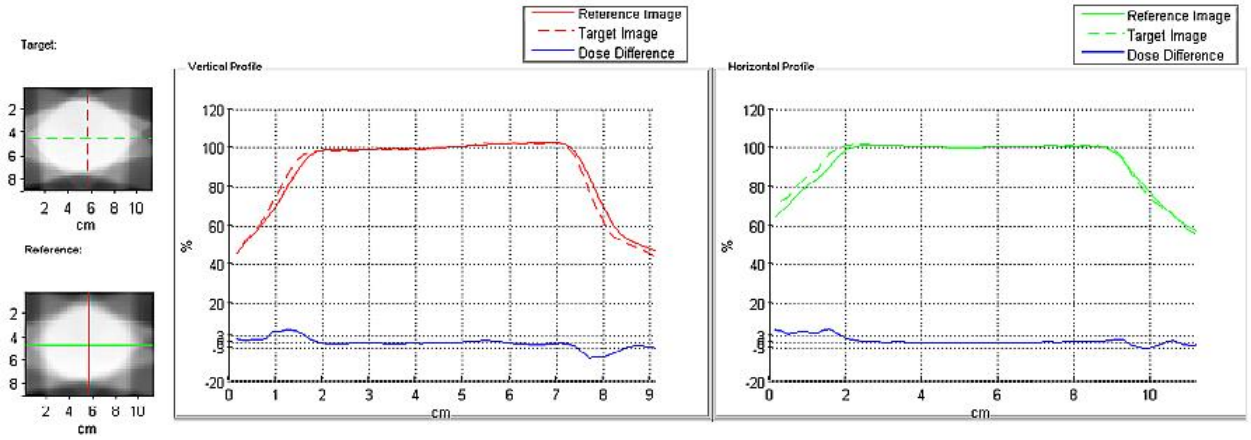
Figura 6.60: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano -1.6



plan 5

En la figura 6.61 se muestra la pruebe de diferencia de dosis para el plano -1.6 usando la técnica dinámica (SW). En ésta se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja corresponde al perfil vertical y la línea verde al perfil horizontal. En la figura la línea azul representa la diferencia de dosis.

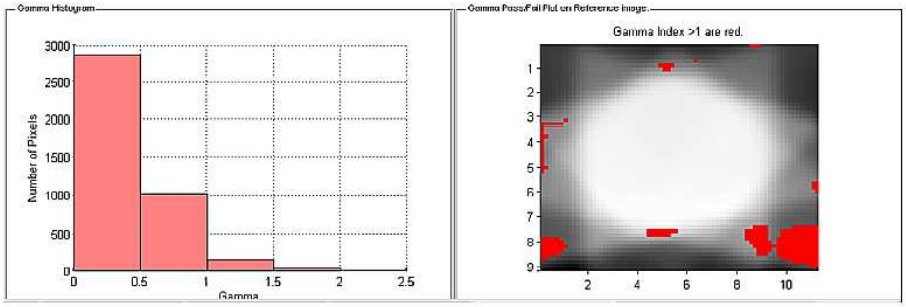
Figura 6.61: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano -1.6 para el plan 5



En la figura anterior se puede observar que la mayoría de los puntos considerados están dentro de los criterios de aceptación establecidos para la diferencia de dosis.

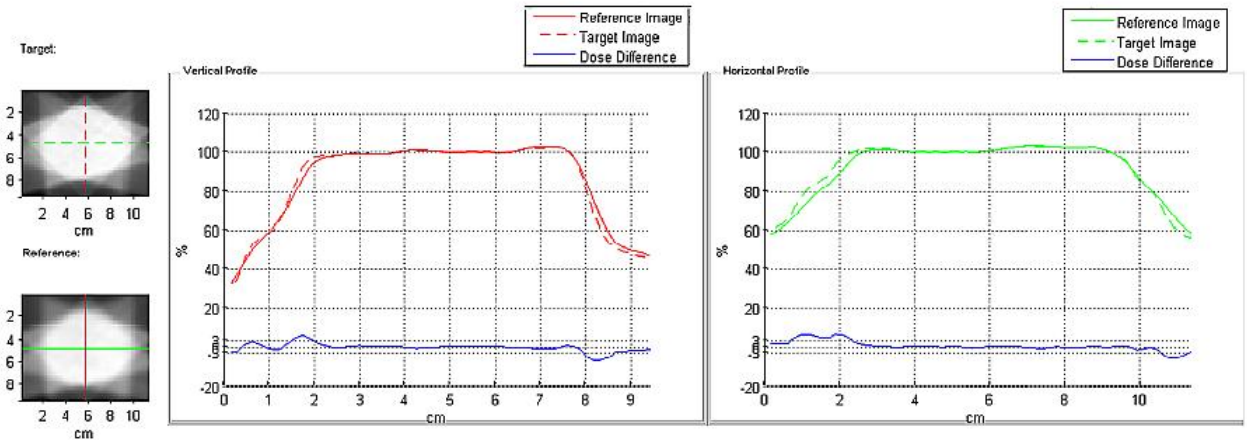
Se realizo un análisis gamma usando el software RIT 113 mostrando un valor de 94.56 % del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan en el diagrama de paso/fallo (puntos o zonas en rojo). En la figura 6.62 se muestra el histograma y el diagrama de paso/fallo del índice gamma.

Figura 6.62: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica dinámica para el plano -1.6



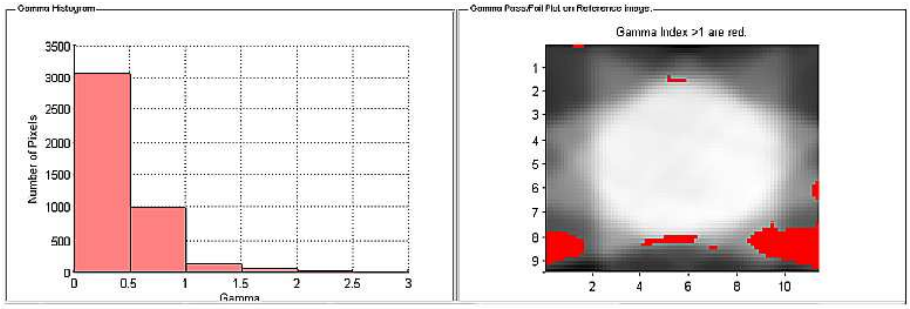
En la figura 6.63 se muestra la prueba para la diferencia de dosis para el plano -1.6 usando la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10). Se puede apreciar de ésta figura que un gran porcentaje de los puntos en la distribución cumplen la tolerancia definida.

Figura 6.63: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 5



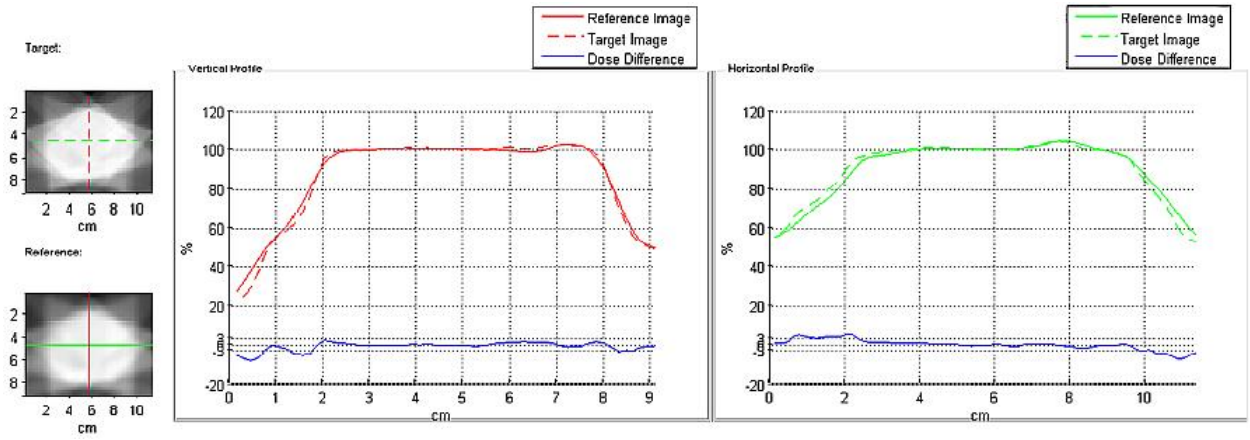
El análisis gamma mostró un valor de 93.84 % del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación (± 3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA) se observan en el diagrama de paso/fallo como zonas o punto de color rojo. En la figura 6.64se muestra el histograma y el diagrama de paso/fallo del índice gamma.

Figura 6.64: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 10 niveles de intensidad para el plano -1.6



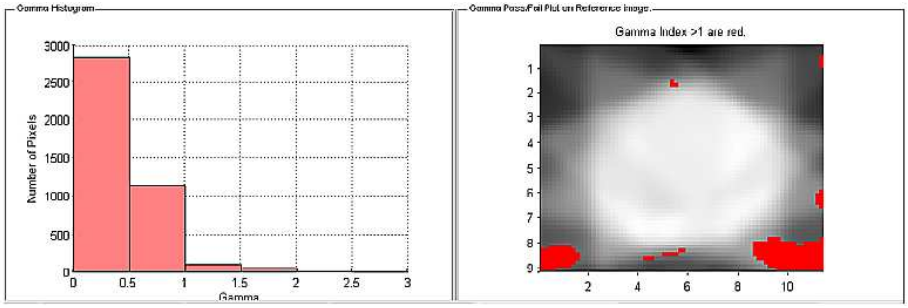
La diferencia de dosis para el plano -1.6 usando la técnica estática con 5 niveles de intensidad se muestra en la figura 6.65. En ésta se puede ver que un gran porcentaje de los puntos considerados se encuentran dentro del criterio de aceptación para la diferencia de dosis.

Figura 6.65: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 5



Se realizó un análisis gamma dando como resultado un valor de 94.95 % del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Considerando como criterios de aceptación $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan en el diagrama de paso/fallo como puntos o zonas en color rojo. En la figura 6.66 podemos apreciar el histograma y el diagrama de paso/fallo del índice gamma.

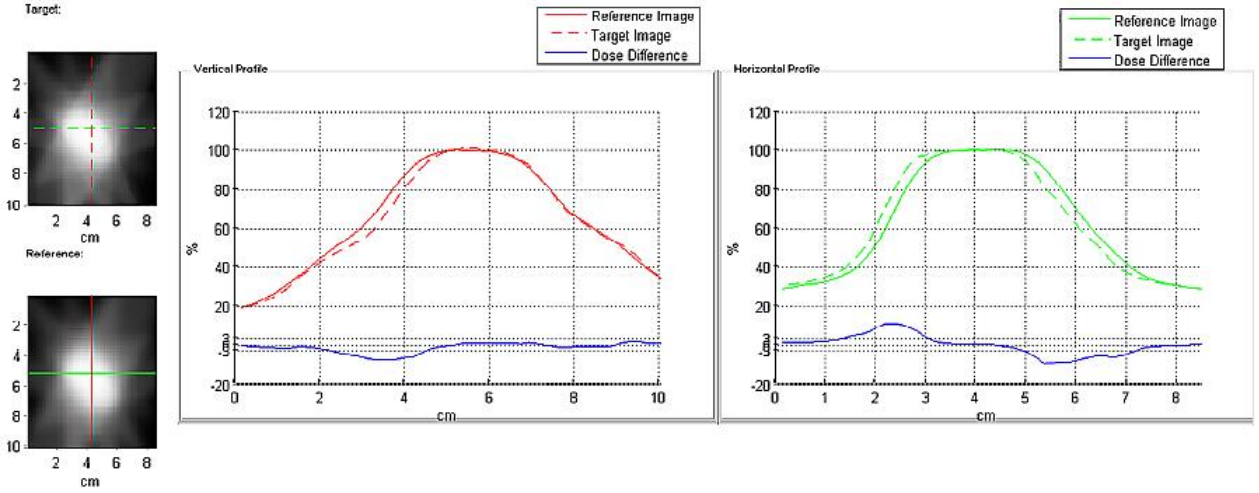
Figura 6.66: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con l técnica estática con 5 niveles de intensidad para el plano -1.6



plan 6

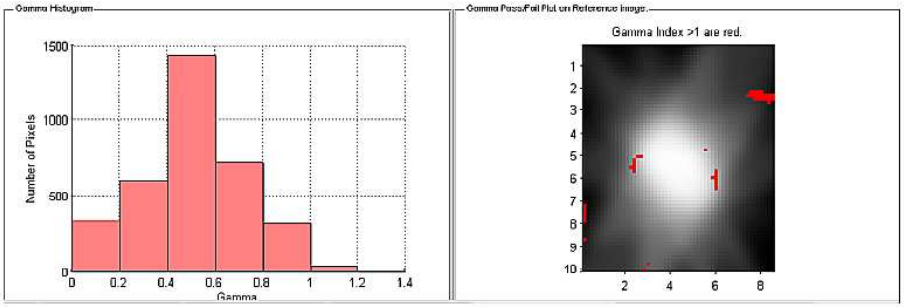
La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 usando la técnica dinámica (SW) se muestra en la figura 6.67. En ésta se pueden apreciar las distribuciones de dosis medida (Target) y calculada (Reference). La línea roja y la línea verde corresponden al perfil vertical y horizontal respectivamente. En la figura la línea azul representa la diferencia de dosis.

Figura 6.67: Diferencia de dosis con la técnica dinámica en el plano -1.6 para el plan 6



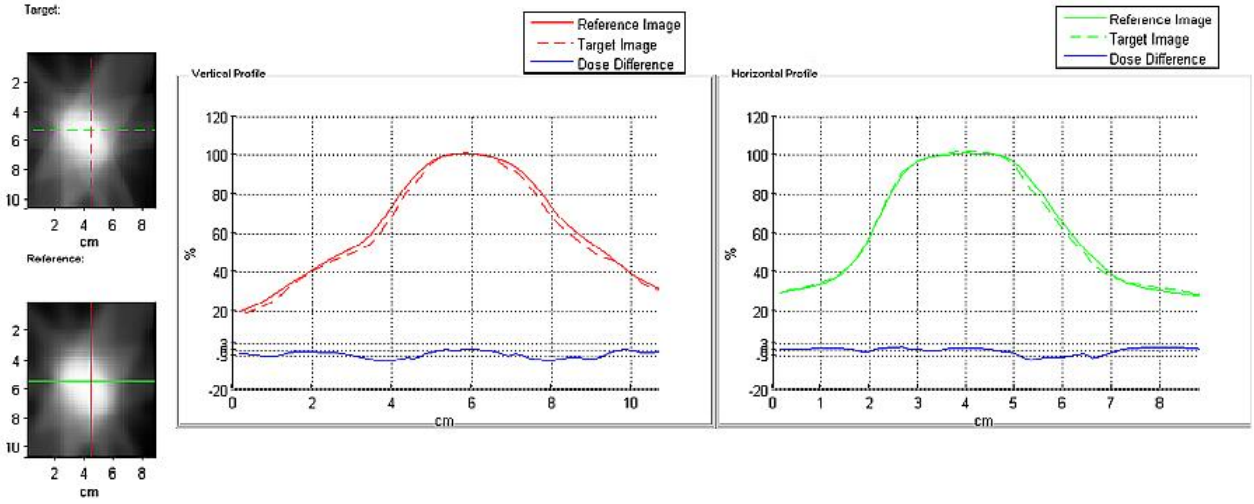
El análisis gamma con una tolerancia de ±3 % para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA. Dio como resultado un valor de 98.78 % del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. En la figura 6.68 podemos apreciar el diagrama de paso/fallo del índice gamma. Donde los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan como puntos o zonas en rojo. También se puede apreciar en la figura el histograma del índice gamma.

Figura 6.68: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica dinámica en el plano -1.6 para el plan 6



En la figura 6.69 se puede apreciar la prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 usando la técnica estática con 10 niveles de intensidad (SS 10).

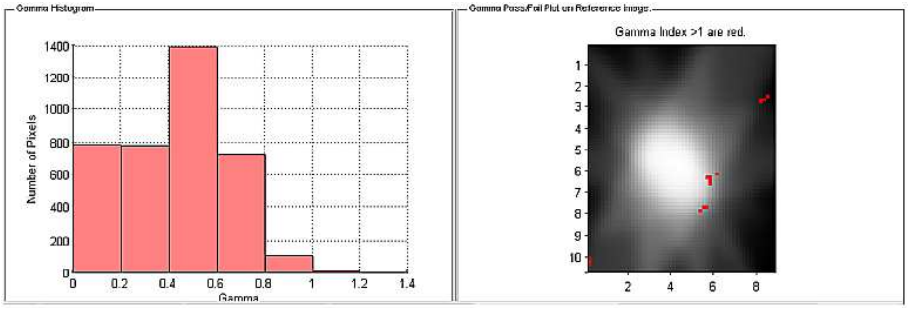
Figura 6.69: Diferencia de dosis con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 6



En la figura anterior se puede observar que la mayoría de los puntos considerados en la distribución cumplen el criterio de aceptación establecido para la diferencia de dosis ($\pm 3\,\%$)

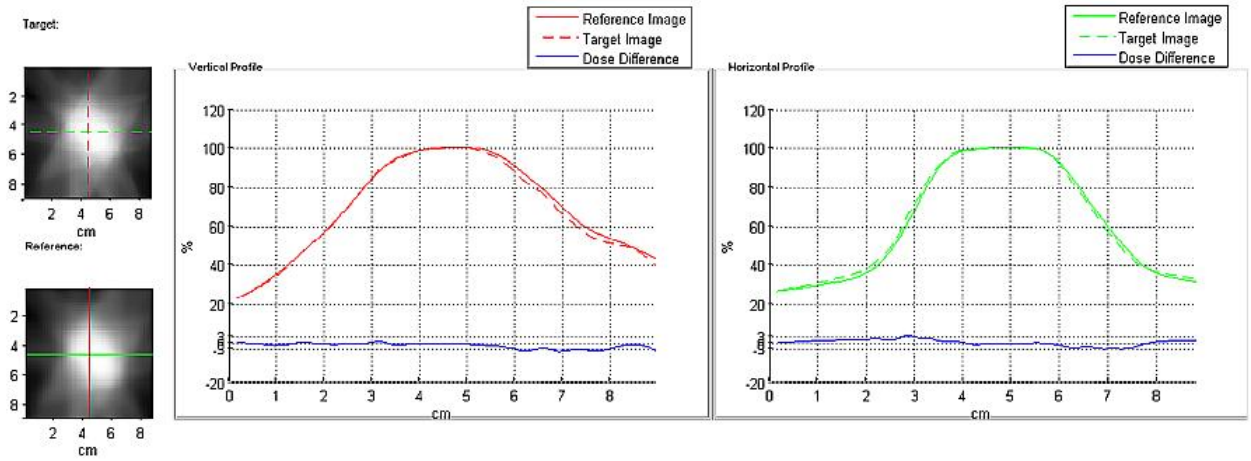
Con el software RIT 113 se realizó un análisis gamma con criterios de aceptación de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $99.61\,\%$ del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan en el diagrama de paso/fallo como puntos o zonas en rojo. El cual se puede apreciar en la figura 6.70 junto con el histograma del índice gamma.

Figura 6.70: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 10 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 6



La prueba de diferencia de dosis para el plano -1.6 usando la técnica estática con 5 niveles de intensidad (SS 5) se muestra en la figura 6.71

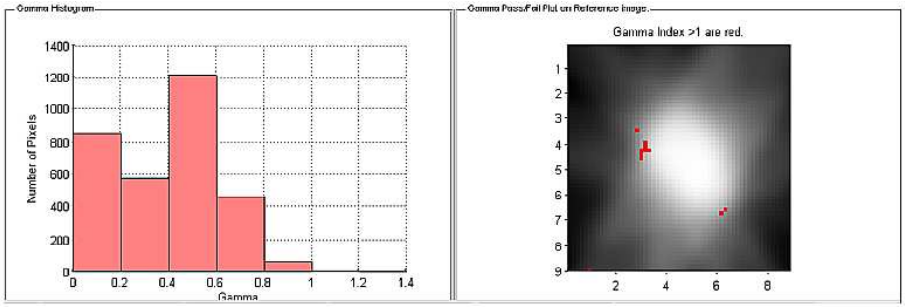
Figura 6.71: Diferencia de dosis con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 6



De la figura anterior se aprecia que un gran porcentaje de los puntos considerados están dentro de la tolerancia para la diferencia de dosis ($\pm 3\,\%$)

Se realizó un análisis gamma con una tolerancia de $\pm 3\,\%$ para la diferencia de dosis y 3mm para el DTA, observandose que un $99.66\,\%$ del total de los puntos considerados presentan un valor de índice gamma $\gamma < 1$. Los puntos que no cumplen con el criterio de aceptación se observan como puntos o zonas en rojo en el diagrama de paso/fallo. El cual se muestra en la figura 6.72 junto con el histograma del índice gamma.

Figura 6.72: Histograma y diagrama de paso/fallo del índice gamma con la técnica estática con 5 niveles de intensidad en el plano -1.6 para el plan 6



Bibliografía

[1] Gabriela Miranda Holley. Control de calidad de filtros compensadores discretos para imrt. Master's thesis, Instituto Balseiro, 2009.

[2] Steve B. Jiang and Komanduri M. Ayyangar. On compensator design for photon beam intensity-modulated conformal therapy. *Medical Physics*, 25(5):668–675, 1998.

[3] ICRU. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. technical report 50. Technical report, International Commission on Radiation Units and Measurements, 1993.

[4] ICRU. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. technical report 62. Technical report, International Commission on Radiation Units and Measurements, 1999.

[5] IAEA. Manual técnico - práctico de radiación. técnicas de cuarto de moldes para teleterapia. Technical report, International Atomic Energy Agency, 2004.

[6] Dominic Gélinas. Commissioning a dynamic multileaf collimator on a linear accelerator. Master's thesis, McGill University, Montréal, 1999.

[7] F.M. Khan. *The Physics of Radiation Therapy*. Lippincott Williams & Wilkins, 2009.

[8] John Freddy Giraldo Palacio. Implementación de un sistema de radiografía computarizada para verificación de tratamientos de radioterapia de intensidad modulada. Master's thesis, Universidad Nacional de Colombia, 2009.

[9] Loïc Feuvret, Georges Noël, Jean-Jacques Mazeron, and Pierre Bey. Conformity index: A review. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*, 64(2):333 – 342, 2006.

[10] Giorgia Nicolini, Antonella Fogliata, and Luca Cozzi. Imrt with the sliding window: Comparison of the static and dynamic methods. dosimetric and spectral analysis. *Radiotherapy and Oncology*, 75(1):112 – 119, 2005.

[11] A. L. Boyer, P. Biggs, J. Galvin, E. Klein, T. LoSasso, D. Low, K. Mah, and C. Yu. Basic applications of multileaf collimators. Technical Report 72, Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No.50. Medical Physics Publishing., 2001.

[12] Gary A. Ezzell, James M. Galvin, Daniel Low, Jatinder R. Palta, Isaac Rosen, Michael B. Sharpe, Ping Xia, Ying Xiao, Lei Xing, and Cedric X. Yu. Guidance document on delivery, treatment planning, and clinical implementation of imrt: Report of the imrt subcommittee of the aapm radiation therapy committee. *Medical Physics*, 30(8):2089–2115, 2003.

[13] Memorial Sloan-Kettering Cancer Center. *A practical guide to intensity-modulated radiation therapy*. Medical Physics Pub., 2003.

[14] S. V. Spirou and C. S. Chui. Generation of arbitrary intensity profiles by dynamic jaws or multileaf collimators. *Med Phys*, 21(7):1031–1041, Jul 1994.

[15] Ines-Ana Jurkovic. Evaluation of a desktop computed radiography system for imrt dosimetry. Master's thesis, Louisiana State University, 2004.

[16] Chen-Shou Chui, Maria F. Chan, Ellen Yorke, Spiridon Spirou, and C. Clifton Ling. Delivery of intensity-modulated radiation therapy with a conventional multileaf collimator: Comparison of dynamic and segmental methods. *Medical Physics*, 28(12):2441–2449, 2001.

[17] Tom Depuydt, Ann Van Esch, and Dominique Pierre Huyskens. A quantitative evaluation of imrt dose distributions: refinement and clinical assessment of the gamma evaluation. *Radiotherapy and Oncology*, 62(3):309 – 319, 2002.

[18] Daniel A. Low, William B. Harms, Sasa Mutic, and James A. Purdy. A technique for the quantitative evaluation of dose distributions. *Medical Physics*, 25(5):656–661, 1998.

[19] P. Mayles, A.E. Nahum, and J.C. Rosenwald. *Handbook of radiotherapy physics: theory and practice*. Taylor & Francis, 2007.

[20] *Clinac Instructions for Use. Trilogy Clinac IX Silhouette Edition. Varian Medical System. 2006.*

[21] RIT. *Film Dosimetry System Version 3.14. Users Manual & Guide*. Radiological Imaging Technology., 2002.

[22] A. J. Olch. Dosimetric performance of an enhanced dose range radiographic film for intensity-modulated radiation therapy quality assurance. *Med Phys*, 29(9):2159–2168, Sep 2002.

[23] Nathan L. Childress and Isaac I. Rosen. Effect of processing time delay on the dose response of kodak edr2 film. *Medical Physics*, 31(8):2284–2288, 2004.

[24] Marta Bucciolini, Fabrizio Banci Buonamici, and Marta Casati. Verification of imrt fields by film dosimetry. *Medical Physics*, 31(1):161–168, 2004.

[25] IAEA. Absorbed dose determination in external beam radiotherapy. an international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water. technical reports series no. 398. Technical report, International Atomic Energy Agency, 2000.

[26] Chengyu Shi, Nikos Papanikolaou, yulong yan, xuejun weng, and hongyu jiang. Analysis of the sources of uncertainty for edr2 film-based imrt quality assurance. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 7, 2006.

[27] Kodak. Kodak edr2 film. http://carestream.com/edr2brochn2-104.pdf, 2010.

[28] Indrin J Chetty and Paule M Charland. Investigation of kodak extended dose range (edr) film for megavoltage photon beam dosimetry. *Physics in Medicine and Biology*, 47(20):3629, 2002.

[29] Sang Gyu Ju, Youngyih Han, Oyeon Kum, Kwang-Ho Cheong, Eun Hyuk Shin, Jung Suk Shin, Jin Sung Kim, and Yong Chan Ahn. Comparison of film dosimetry techniques used for quality assurance of intensity modulated radiation therapy. *Medical Physics*, 37(6):2925–2933, 2010.