

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIA DE
MATERIALES



**“ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA
BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZANTES”**

POR:

FERNANDEZ CUENCA JUAN GABRIEL

SEMESTRE I - 2021

Tarija – Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIA DE
MATERIALES

**“ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA
BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZANTES”**

POR:

FERNANDEZ CUENCA JUAN GABRIEL

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA PROYECTO ING. CIVIL II
CIV-502 (MENCIÓN ESTRUCTURAS)**

GESTIÓN ACADÉMICA SEMESTRE I - 2021

Tarija-Bolivia

V°B°

M.Sc. Ing. Ernesto Alvarez Gozalvez
DECANO DE FACULTAD
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA DE FACULTAD
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

.....
Ing. Paul Dennis Carrasco Arnold

.....
Ing. Javier Castellanos Vasquez

.....
Ing. Oscar Chavez Vargas

Advertencia

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A mi madre, la Sra. Angélica Cuenca mi más grande inspiración, quien supo apoyarme permanentemente, con su incansable paciencia, sus sabios consejos y sobre todo con su gran ejemplo.

“Las manos de mi madre son como pájaros en el aire, todo se vuelve fiesta cuando ellas vuelan, junto a otros pájaros, que aman la vida y la construyen con el trabajo.

Arde la leña, harina y barro, lo cotidiano se vuelve mágico.”

Le dedico este logro a mi madre, que, sin duda, sin su apoyo no habría podido concretar.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, a través de la Facultad Ciencia y Tecnología quien me brindó la oportunidad de realizar mis estudios de pre-grado en la carrera de ingeniería civil.

Agradezco a mi tío Sixto Héctor Cuenca por su significativa ayuda en la obtención de la piedra baritina, misma que era indispensable para el presente trabajo.

Agradezco a mi tío Roberto Choque Cuenca y a mi tía Valeria Padilla por su disposición e incondicional ayuda cuando los necesité.

Agradezco a mi tía Pascuala Choque Cuenca, que en momento de mayor necesidad me brindó su ayuda desinteresada para seguir adelante con mi investigación.

Agradezco a mis amigos Sergio Castro Espinoza y Angela Débora Valenzuela por su apoyo en todo el proceso investigativo.

A todos los que formaron parte de mi entorno que involuntariamente omito.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
1.1. EL PROBLEMA.	1
1.1.1. <i>Planteamiento.</i>	1
1.1.2. <i>Formulación.</i>	1
1.1.3. <i>Sistematización.</i>	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. <i>Objetivo general.</i>	2
1.2.2. <i>Objetivos específicos.</i>	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.1. <i>Social.</i>	3
1.3.2. <i>Académica.</i>	3
1.3.3. <i>Técnica.</i>	3
1.4. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	3
1.4.1. <i>Alcance.</i>	3
1.4.2. <i>Hipótesis.</i>	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. BARITINA.	5
2.1.1. <i>Características Físicas de la Baritina.</i>	5
2.1.2. <i>Características Químicas de la Baritina.</i>	5
2.1.3. <i>Recursos, reservas y comercio de la Baritina.</i>	6
2.1.4. <i>Consideraciones ambientales.</i>	7
2.1.5. <i>Usos de la Baritina.</i>	8
2.2. HORMIGÓN DE ALTA DENSIDAD.....	8
2.2.1. <i>Definición.</i>	8
2.2.2. <i>Diseño de mezcla.</i>	8
2.2.3. <i>Comparación entre hormigón convencional y hormigón de alta densidad.</i>	13
2.2.4. <i>Usos del Hormigón de Alta Densidad.</i>	14
2.3. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.	15
2.3.1. <i>Definición.</i>	15

2.3.2.	<i>Radiación Ionizante.</i>	15
2.3.3.	<i>Principios de la Protección Radiológica.</i>	15
2.3.4.	<i>Medidas Básicas de Protección Radiológica.</i>	16
3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.	25
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.	25
3.3.	VARIABLES.	25
3.3.1.	<i>Variable Dependiente.</i>	25
3.3.2.	<i>Variable Independiente.</i>	25
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.	28
3.4.1.	<i>Dosificaciones.</i>	28
3.4.2.	<i>Probetas Cilíndricas.</i>	30
3.4.3.	<i>Tamaño muestral de Disparos con Rayos Ionizantes.</i>	30
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	31
3.5.1.	<i>Técnicas de recolección de datos.</i>	31
3.5.2.	<i>Procedimiento y directrices para la recolección de datos.</i>	32
4.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	33
4.1.	ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES.	33
4.1.1.	<i>Agregados.</i>	33
4.1.2.	<i>Cemento.</i>	37
4.1.3.	<i>Aditivo.</i>	38
4.1.4.	<i>Agua.</i>	40
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES.	40
4.2.1.	<i>Caracterización de los Agregados.</i>	40
4.2.2.	<i>Caracterización del Cemento.</i>	57
4.3.	DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE HORMIGÓN	58
4.3.1.	<i>Hormigón Baritado.</i>	58
4.3.2.	<i>Hormigón Convencional.</i>	68
4.3.3.	<i>Ensayos realizados al Hormigón.</i>	72
4.4.	IRRADIACIÓN DE MUESTRAS.	78

4.4.1. <i>Elaboración de Placas de Hormigón Baritado y Hormigón Convencional</i>	78
4.4.2. <i>Calibración del Dosímetro</i>	80
4.4.3. <i>Ensayo de Irradiación de muestras</i>	82
4.4.4. <i>Parametrización de la Irradiación</i>	84
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	86
5.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL HORMIGÓN BARITADO Y EL HORMIGÓN CONVENCIONAL.	86
5.1.1. <i>Densidad (ASTM C138-01)</i>	87
5.1.2. <i>Compresión (ASTM C39-01)</i>	89
5.1.3. <i>Revenimiento (ASTM C143-00)</i>	92
5.1.4. <i>Contenido de aire (ASTM C231-03)</i>	95
5.2. ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZANTES (RAYOS X).	97
5.2.1. <i>Contrastación de Hipótesis</i>	97
5.2.2. <i>Resultados de la Irradiación a las muestras</i>	101
5.2.3. <i>Ejemplo de Aplicación en el Cálculo de Blindajes</i>	110
5.2.4. <i>Análisis de Costos</i>	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
CONCLUSIONES.	116
RECOMENDACIONES.	117
REFERENCIAS	119
ANEXOS	
ANEXO A: TABLAS Y GRÁFICOS DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR Y EL NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS.	
ANEXO B: NOMENCLATURA DE LAS DOSIFICACIONES.	
ANEXO C: AGREGADO GRUESO DE PIEDRA BARITA.....	
ANEXO D: BARITA MOLIDA.	
ANEXO E: AGREGADO GRUESO CONVENCIONAL, AGREGADO FINO CONVENCIONAL Y CEMENTO.	
ANEXO F: ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE Y RETARDANTE ULGEFLUID 3100R.	

ANEXO G: DISEÑO DE LA MEZCLA Y ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN BARITADO Y
CONVENCIONAL.

ANEXO H: PLANILLAS DE ENSAYOS.

ANEXO I: CALIBRACIÓN DE DOSÍMETRO.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química promedio de piedra barita.	6
Tabla 2 Reservas de Barita (en miles de toneladas) en el periodo 1996-2016.....	6
Tabla 3 Producción de Barita (en miles de toneladas) en el periodo 1996-2016.	7
Tabla 4 Dosificaciones típicas para Hormigones de Alta Densidad colocado convencionalmente.	9
Tabla 5 Dosificaciones típicas para Hormigones de Alta Densidad con agregado pre-colocado.	10
Tabla 6 Requerimientos de composición y densidad en agregados.....	11
Tabla 7 Límites granulométricos para el Agregado Grueso para un tamaño máximo nominal de ¾”.....	12
Tabla 8 Límites granulométricos para el Agregado Fino.....	12
Tabla 9 Resumen de las Propiedades típicas en Hormigones de Alta Densidad.	14
Tabla 10 Límite de Dosis para exposiciones planificadas.....	16
Tabla 11 Factor de Uso.	18
Tabla 12 Factor de Ocupación.	18
Tabla 13 Factor de Uso.	20
Tabla 14 Factor de Ocupación.	21
Tabla 15 Parámetros de ajuste de transmisión de cada material (α , β , γ) para 100kV de Tensión.	23
Tabla 16 Operacionalización de variables.	27
Tabla 17 Espesores de placas de Hormigón.	30
Tabla 18 Gradación y peso de la muestra para el ensayo de desgaste.	44
Tabla 19 Número de esferas a usarse en el ensayo de desgaste.....	44
Tabla 20 Distribución granulométrica del agregado grueso de piedra barita.	47
Tabla 21 Peso específico del agregado grueso de piedra barita.....	48
Tabla 22 Peso unitario suelto del agregado grueso de piedra barita.	48
Tabla 23 Peso unitario compactado del agregado grueso de piedra barita.	48
Tabla 24 Porcentaje de desgaste del agregado grueso de piedra barita.	49
Tabla 25 Contenido de humedad del agregado grueso de piedra barita.	49
Tabla 26 Propiedades del agregado grueso de piedra barita.	49

<i>Tabla 27</i>	<i>Peso específico de la barita molida.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 28</i>	<i>Porcentaje de Barita Molida que pasa el Tamíz #200.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 29</i>	<i>Contenido de Humedad de la barita molida.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 30</i>	<i>Distribución granulométrica del agregado grueso convencional.</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 31</i>	<i>Peso específico del agregado grueso convencional.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 32</i>	<i>Peso unitario suelto del agregado grueso convencional.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 33</i>	<i>Peso unitario compactado del agregado grueso convencional.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 34</i>	<i>Contenido de humedad del agregado grueso convencional.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 35</i>	<i>Propiedades del agregado grueso convencional.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 36</i>	<i>Distribución granulométrica del agregado fino convencional.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 37</i>	<i>Datos para la determinación del peso específico del agregado fino convencional.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 38</i>	<i>Peso específico del agregado fino convencional.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 39</i>	<i>Peso unitario suelto del agregado fino convencional.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 40</i>	<i>Peso unitario compactado del agregado fino convencional.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 41</i>	<i>Contenido de humedad del agregado fino convencional.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 42</i>	<i>Propiedades del agregado fino convencional.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 43</i>	<i>Peso específico de la barita molida.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 44</i>	<i>Dosificación típica de Hormigón Baritado según ACI 304.3R-96 (R04).</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 45</i>	<i>Granulometría para la Combinación 1.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 46</i>	<i>Granulometría para la Combinación 2.</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 47</i>	<i>Granulometría para la Combinación 3.</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 48</i>	<i>Granulometría para la Combinación 4.</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 49</i>	<i>Resistencia promedio</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 50</i>	<i>Cantidad de agua en la mezcla.</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 51</i>	<i>Aire atrapado en la mezcla.</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 52</i>	<i>Influencia de la relación a/c en la resistencia a compresión</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 53</i>	<i>Volumen de agregado grueso.</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 54</i>	<i>Proporciones de los materiales.</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 55</i>	<i>Número de golpes según diámetro de molde y diámetro de varilla.</i>	<i>77</i>

Tabla 56 Dimensiones y cantidades de las Placas de Hormigón Baritado y Hormigón Convencional.....	78
Tabla 57 Datos del Dosímetro usado para medir la radiación en el proyecto.....	80
Tabla 58 Datos del Tubo de Rayos X inserto en el equipo de Rayos X utilizado en el proyecto.	85
Tabla 59 Parámetros utilizados en la irradiación de Rayos X.	85
Tabla 60 Resultados del Hormigón Baritado y el Hormigón Convencional.	86
Tabla 61 Resistencia a Compresión simple de la dosificación final del Hormigón Baritado a los 28 días de edad.	89
Tabla 62 Resistencia a Compresión simple del Hormigón Convencional a los 28 días de edad.	89
Tabla 63 Valor de Kerma y porcentaje de atenuación para muestras de Hormigón Baritado.....	98
Tabla 64 Valor de Kerma y porcentaje de atenuación para muestras de Hormigón Convencional.....	99
Tabla 65 Prueba t para muestras independientes.....	100
Tabla 66 Valores de Kerma en el aire sin presencia de blindaje.	101
Tabla 67 Valor de Kerma en el aire con presencia de blindaje (muestras de Hormigón Baritado).....	102
Tabla 68 Valor de Kerma en el aire con presencia de blindaje (muestras de Hormigón Convencional).....	102
Tabla 69 Valores medios de UNT/Pd^2 obtenidos para el Hormigón Baritado (dosificación 92).....	104
Tabla 70 Valores medios de UNT/Pd^2 obtenidos para el Hormigón Convencional (dosificación 193).....	104
Tabla 71 Valores de UNT/Pd^2 calculados a partir de datos del Reporte N°147 del NCRP para Hormigón con densidad convencional, bajo exposición de haz primario igual a $K(0)$ utilizado en el proyecto y espesores coincidentes con los ensayados.	105
Tabla 72 Valores de UNT/Pd^2 calculados a partir de datos del Reporte N°147 del NCRP para el Plomo, bajo exposición de haz primario igual a $K(0)$ utilizado en el proyecto y con porcentajes de atenuación iguales a los del Hormigón Convencional.	105

Tabla 73 Equivalencias de Espesores utilizando el Gráfico 30.....	108
Tabla 74 Equivalencias Porcentuales de Espesores respecto al Hormigón Convencional del Reporte N° 147 del NCRP.....	108
Tabla 75 Equivalencias Porcentuales de los Espesores respecto a los valores del Hormigón Convencional del presente proyecto (dosificación 193).	109
Tabla 76 Análisis de precio Unitario para 1 m ² de Muro Blindado de Plomo.....	1128
Tabla 77 Análisis de precio Unitario para 1 m ³ de Muro blindado de hormigón baritado (Dosificación 92).	113
Tabla 78 Análisis de precio Unitario para 1 m ³ de Muro blindado de hormigón convencional (Dosificación 193).	114
Tabla 79 Equivalencia de espesores y costos para 1 m ² de muro blindado y un espesor de plomo de 2 mm.....	115
Tabla 80 Carga de Trabajo Semanal en función del equipo y de la tensión del mismo (kV).	128
Tabla 81 Equivalencias de espesores en función del espesor de plomo calculado y la tensión del equipo (kV).	130
Tabla 82 Carga de Trabajo Semanal (W _{tot}) en función de la Sala y la tensión del equipo (kV). Parte 1.	130
Tabla 83 Carga de Trabajo Semanal (W _{tot}) en función de la Sala y la tensión del equipo (kV). Parte 2.	131
Tabla 84 Kerma primario en aire por paciente a 1 m, calculada para una distribución de la carga de trabajo en función de la carga total para distintas salas.	131
Tabla 85 Parámetros de ajuste de transmisión α , β , γ , en función del material y la tensión del equipo de Rayos X. Parte 1.....	132
Tabla 86 Parámetros de ajuste de transmisión α , β , γ , en función del material y la tensión del equipo de Rayos X. Parte 2.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1 Análisis granulométrico del agregado grueso de piedra barita.....	47
Gráfico 2 Análisis granulométrico del agregado grueso convencional.	51
Gráfico 3 Análisis granulométrico del agregado fino convencional.....	54
Gráfico 4 Curva Granulométrica teórica de la Combinación 1.....	62
Gráfico 5 Curva Granulométrica teórica de la Combinación 2.....	63
Gráfico 6 Curva Granulométrica teórica de la Combinación 3.....	64
Gráfico 7 Curva Granulométrica teórica de la Combinación 4.....	65
Gráfico 8 Correlación entre el Conteo Por Minuto y los micro Sievert.....	81
Gráfico 9 Correlación entre el Conteo Por Segundo y los micro Sievert.....	82
Gráfico 10 Influencia del Porcentaje de Barita Molida en reemplazo de agregado fino convencional sobre la Densidad del Hormigón Baritado en estado fresco, sin aditivo y con relación agua/cemento igual a 0,8.....	87
Gráfico 11 Influencia del Porcentaje de Aditivo sobre la Densidad del Hormigón Baritado en estado fresco, con relación agua/cemento igual a 0,5.....	87
Gráfico 12 Comportamiento aparente de la Densidad ante la variación de la relación agua/cemento, con aditivo y sin aditivo.	88
Gráfico 13 Comparación de Densidades entre el Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de Arena, con 1,5 % de aditivo y relación agua/cemento igual a 0,6 sobre el Hormigón Convencional, con relación agua cemento igual a 0,6.....	88
Gráfico 14 Influencia del Porcentaje de Barita Molida en reemplazo de agregado fino convencional sobre la Resistencia a Compresión Simple del Hormigón Baritado de 28 días de edad, sin aditivo y con relación agua/cemento igual a 0,8.....	90
Gráfico 15 Influencia del Porcentaje de Aditivo sobre la Resistencia a Compresión Simple del Hormigón Baritado de 28 días de edad y con relación agua/cemento igual a 0,5.....	91
Gráfico 16 Comparación de la Resistencia a Compresión Simple en el Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de Arena, con aditivo y sin aditivo, para diferentes relaciones agua/cemento y 28 días de edad.	91
Gráfico 17 Comparación de la Resistencia a Compresión Simple a los 28 días de edad. entre el Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de Arena, con 1,5 % de	

<i>aditivo y relación agua/cemento igual a 0,6 sobre el Hormigón Convencional, con relación agua cemento igual a 0,6.....</i>	<i>92</i>
Gráfico 18 <i>Influencia de la relación agua/cemento sobre el Revenimiento del Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de agregado fino, sin aditivo, determinado en “Observación de las dosificaciones trabajables (SA)”</i>	<i>92</i>
Gráfico 19 <i>Influencia de la relación agua/cemento sobre el Revenimiento del Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de agregado fino, sin aditivo, determinado en “Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).”</i>	<i>93</i>
Gráfico 20 <i>Influencia del Porcentaje de Aditivo en la mezcla sobre el Revenimiento del Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de agregado fino.</i>	<i>93</i>
Gráfico 21 <i>Influencia de la relación agua/cemento sobre el Revenimiento del Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de agregado fino, con 4% de aditivo.....</i>	<i>94</i>
Gráfico 22 <i>Influencia de la relación agua/cemento sobre el Revenimiento del Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de agregado fino, con 1,5% de aditivo.....</i>	<i>94</i>
Gráfico 23 <i>Comparación de Revenimientos en el Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de Arena, con aditivo y sin aditivo, para diferentes relaciones agua/cemento.</i>	<i>95</i>
Gráfico 24 <i>Influencia de la relación agua/cemento sobre el Contenido de aire en el Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de Arena, sin aditivo.</i>	<i>95</i>
Gráfico 25 <i>Influencia de la relación agua/cemento sobre el Contenido de aire en el Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de Arena, con 4% de aditivo.</i>	<i>96</i>
Gráfico 26 <i>Influencia de la relación agua/cemento sobre el Contenido de aire en el Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de Arena, con 1,5% de aditivo.</i>	<i>96</i>
Gráfico 27 <i>Comparación de Contenido de Aire en el Hormigón Baritado con 50% de Barita Molida y 50% de Arena, con aditivo y sin aditivo, para diferentes relaciones agua/cemento.....</i>	<i>97</i>
Gráfico 28 <i>Transmisión porcentual de radiación para distintos espesores de Hormigón.</i>	<i>106</i>
Gráfico 29 <i>Atenuación porcentual de radiación para distintos espesores de Hormigón..</i>	<i>106</i>
Gráfico 30 <i>Curvas obtenidas para el cálculo de Blindajes ante Rayos X de 100 kV de tensión y 200 mAs de intensidad máxima.</i>	<i>107</i>

Gráfico 31 <i>Equivalencias Porcentuales de Espesores en relación a los valores del Hormigón Convencional del Reporte N°147 del NCRP.....</i>	<i>109</i>
Gráfico 32 <i>Equivalencias Porcentuales de los Espesores respecto a los valores del Hormigón Convencional del presente proyecto (dosificación 193).....</i>	<i>110</i>
Gráfico 33 <i>Análisis de costos entre los materiales utilizados como blindaje ante radiación ionizante en nuestro medio.</i>	<i>115</i>
Gráfico 34 <i>Rendimiento del tubo de Rayos X, en función de la tensión (kV) y el filtro permanente.</i>	<i>128</i>
Gráfico 35 <i>Curvas para determinar el espesor de plomo requerido para un factor de atenuación conocido y la tensión del equipo (kV).....</i>	<i>129</i>