



27 4
Universidad Nacional Autónoma de México
FACULTAD DE QUÍMICA

ESTUDIO, DISEÑO Y OPERACION DE HORNO
DE CUBILOTE

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO METALURGICO
P R E S E N T A
RUBEN SUAREZ SOSA

1981



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

TEMA	PAG.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
CAPITULO I	
GENERALIDADES	6
ENVOLTURA EXTERIOR	9
CIMENTACION	12
SECCION DEL CUERPO	14
COLUMNAS	14
ESTRUCTURA DE LA BASE	14
PUERTA DE FONDO	15
SECCION DE LA TORRE DE CUBILOTE	15
TOBERAS	16
CANALES DE SANGRIA Y ESCORIADO	18
ABERTURA DE CARGA	19
CHIMENEA	21
CAPITULO II	
FUNCION DEL EQUIPO	23
EQUIPO DE CARGA	23
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ALMACENAMIENTO	26
RELACION DE EQUIPO PARA ELABORACION DE LA CARGA	27
CANASTAS PARA CARGA	28
CARGADOR DEL TIPO DE RIEL	29
EQUIPO DE SOPLO	30
FACTORES QUE DETERMINAN EL VOLUMEN Y PRESION DEL AIRE	30

FACTORES QUE DEFINEN LA SELECCION DEL SOPLADOR	31
INSTALACION DEL VENTILADOR	34
ANALISIS QUE PROVIENE DE LA INSTALACION DE EL VENTILADOR	35
EQUIPO DE CONTROL DE SOPLO	36
LOS INDICADORES DE PRESION	36
CONTROL DE AIRE POR PESO	37
ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE DE SOPLO	37

CAPITULO III

ZONAS EN EL CUBILOTE	41
ZONA DE PRECALENTAMIENTO	42
ZONA DE FUSION	43
ZONA DE REDUCCION	44
ZONA DE OXIDACION	45
ELEMENTOS QUE MODIFICAN LA COMBUSTION	46
CONTROL DE COMBUSTION	49
FUNCION DE LOS FUNDENTES EMPLEADOS EN EL CUBILOTE	52
TIPOS DE FUNDENTES	53
PIEDRA CALIZA	54
DOLOMITA	55
CARBONATO DE SODIO	56
ESPATO FLUOR	56
CARBURO DE CALCIO	57
REFRACTARIOS	58
CRISOL	60
ZONA DE FUSION	60
ZONA DE CARGA	61
ZONA ARRIBA DE LA PUERTA DE CARGA	61
NORMAS PRACTICAS PARA UNA BUENA OPERACION DEL CUBILOTE	64
FLAMA	64
ELEMENTOS DE CARGA	65
ESCORIA	66

CAPITULO IV

CONCEPTO	68
CONTROL EN LAS EMISIONES DEL CUBILOTE	71
CLASIFICACION DE LOS SOLIDOS EN LOS GASES EMITIDOS POR EL CUBILOTE	72
POLVOS	72
HUMO	73
NORMAS DE PRUEBA EN LA OPERACION DEL CUBILOTE PARA EFECTOS DE CONTAMINACION	73
CONDICIONES TOPOGRAFICAS Y METEOROLOGICAS EN LA DISPERSION DE POLVOS	74
EQUIPO DE CONTROL	75
TIPOS DE COLECTORES	76
COLECTORES DE POLVOS DE ALTA FRECUENCIA	76
CAMBIADOR DE CALOR	77
PRECIPITADORES ELECTRICOS	78
LAVADORAS POR ROCIO	78
COLECTORES DE MEDIANA Y BAJA EFICIENCIA	80
REGLAS ADICIONALES EN EL CONTROL	81
APLICACIONES RIGUROSAS DEL REGLAMENTO	82
CONCLUSION	83
BIBLIOGRAFIA	85

INTRODUCCION

EN RESUMEN LA HISTORIA DE LA EVOLUCION DEL CUBILOTE, NOS MUESTRA LA EDAD Y MADUREZ DE ESTE MEDIO DE FUSION TAN AMPLIAMENTE USADO. DURANTE VARIAS DECADAS PASADAS, EL DISEÑO BASICO DEL CUBILOTE NO HA EXPERIMENTADO CAMBIOS RADICALES HASTA MUY RECIENTEMENTE. EN CAMBIO HA HABIDO UN CONTINUO CRECIMIENTO EN SU USO Y UN CRECIENTE INTERES EN UNA MEJOR COMPRESION DE LA MANERA EN QUE EFECTUA SU TRABAJO.

ESTO HA SIDO LO QUE MOTIVO EL DESARROLLO E INTRODUCCION DE DIVERSOS DISPOSITIVOS MEJORANDOLO, PERMITIENDO UN CONTROL MAS INTIMO, ASI COMO LA MEDICION DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN SU COMPORTAMIENTO.

DESASFORTUNADAMENTE, TODOS ESTOS ADELANTOS EN GRAN PARTE NO HAN SIDO APROVECHADOS DEBIDAMENTE EN MEXICO.

HACIENDO UN ANALISIS A FUTURO, DIREMOS QUE NO HAY BASES PARA SABER LA POSICION DEL CUBILOTE. POR EL CONTRARIO, CON EL CONTINUO DESARROLLO DE LAS APLICACIONES DE LOS PRINCIPIOS DE CONTROL DE PROCESO Y EL CONSIGUIENTE CONOCIMIENTO-CIENTIFICO BASICO, PUEDE ESPERARSE DEL CUBILOTE MAS METAL, Y UN MEJOR CONTROL A MENOS COSTO.

EL COQUE POR OTRA PARTE, QUE ES EL COMBUSTIBLE UTILIZADO EN ESTE TIPO DE HORNO, EN MEXICO HA VENIDO ESCASEANDOSE -

EN LOS ULTIMOS AÑOS Y SU CALIDAD ES DEFICIENTE POR SU ALTO CONTENIDO DE CENIZAS, Y ESTO HACE QUE SE TENGA QUE IMPORTAR CANTIDADES CONSIDERABLES, POR OTRO LADO SU PRECIO HA VENIDO ELEVANDOSE CONTINUAMENTE, LO QUE HACE YA CRITICO SU USO CON ESAS CARACTERISTICAS.

SI A ESTAS EXIGENCIAS LE SUMAMOS, LAS EXIGENCIAS YA VIGENTES DE LA INSTALACION DE EQUIPO PARA CONTROL DE CONTAMINACION AMBIENTAL, DADO QUE EN ESTE TIPO DE HORNO LO BASTANTE CRITICAS, NO QUERIENDO DECIR QUE A ESTAS EXIGENCIAS Y AUMENTOS, TANTO EN SU CONTROL COMO EN SU OPERACION, EL CUBILOTE HA PERDIDO SU LUGAR PREPONDERANTE EN LA FUNDICION DE HIERRO FRENTE A LOS HORNOS ELECTRICOS.

ESTE ULTIMO EN EFECTO, PERMITE UN MEJOR Y MAS FACIL CONTROL EN LA COMPOSICION QUIMICA DEL METAL, PERMITIENDO A LA VEZ UN SOBRECALENTAMIENTO, UN MAYOR USO DE MATERIAS PRIMAS, Y MENOS EMISIONES DE HUMOS.

PERO FRENTE A ESTAS VENTAJAS QUE REPORTAN ESTOS HORNOS, TIENE SUS DESVENTAJAS COMO SON: MAYOR COSTO DE INVERSION, MAYOR COSTO DE OPERACION, SOBRE TODO ENTRE NOSOTROS EN DONDE LA ENERGIA ELECTRICA ES CARA.

O B J E T I V O S

SIENDO EL CUBILOTE EL HORNO GENERALMENTE UTILIZADO PARA LA PRODUCCION DE HIERROS FUNDIDOS, BIEN DIRECTAMENTE O EN SU CASO COMBINADO CON HORNOS ELECTRICOS, SE COMPRENDE FACIL MENTE QUE ES NECESARIO UN CONOCIMIENTO COMPLETO DE LAS CIRCUNSTANCIAS QUE INTERVIENEN EN LA FUSION DE ESTE HORNO PARA PODER REALIZAR LAS VARIACIONES Y CORRECCIONES NECESARIAS PARA OBTENER NO SOLO LAS DIFERENTES COMPOSICIONES QUIMICAS INDISPENSABLES, SINO TAMBIEN LAS MEJORES PROPIEDADES QUE PUEDEN CONSEGUIRSE CON UNA DETERMINADA COMPOSICION QUIMICA.

ANTE LA SERIE DE VARIABLES QUE INTERVIENEN Y AFECTAN AL HORNO DE CUBILOTE PARA SU BUEN FUNCIONAMIENTO, PODEMOS DECIR Y DECIDIR SU POSICION DENTRO DE LA INDUSTRIA.

PARA EXTERNAR UN JUICIO EQUITATIVO SE TENDRA QUE TOMAR EN CUENTA, ANTE TODO UN CUBILOTE MODERNO QUE UTILICE LOS AVANCES MAS ACTUALIZADOS Y QUE OPERE EN CONDICIONES OPTIMAS.

SIN EMBARGO, DESAFORTUNADAMENTE LOS CUBILOTES EN USO EN MEXICO Y SIN EXCEPCION DISTEN AUN BASTANTE DEL PROPOSITO, TANTO EN SU DISEÑO COMO EN SU OPERACION.

BAJO ESTAS CIRCUNSTANCIAS, ES NECESARIO EN LO QUE RESPECTA AL DISEÑO HACERLO SOBRE BASES TECNICAS, Y EN EL CAMPO DE

OPERACION HACERLO EN EL CONTROL, MEDIANTE LA INSTRUMENTACION ADECUADA PARA SU MEDICION.

Y ES POR ELLO QUE HE JUZGADO QUE EL REALIZAR UN TRABAJO - CONCERNIENTE AL "ESTUDIO, DISEÑO Y OPERACION DEL HORNO DE-CUBILOTE".

LLENE UN HUECO APROVECHANDO A SU MAXIMO LAS CARACTERISTICAS QUE PRESENTA ESTE PARA LA PRODUCCION DE GRANDES CANTIDADES DE HIERRO FUNDIDO CON BUENAS PROPIEDADES FISICAS, COLANDO DE EL DIRECTAMENTE AL MOLDE.

CAPITULO I

GENERALIDADES

EL CUBILOTE ES UN HORNO DE TIPO VERTICAL DANDO EL ASPECTO DE TORRE, QUE CONSISTE PRINCIPALMENTE DE UNA CARCAZA CILINDRICA DE ACERO, QUE ES REVESTIDA EN SU INTERIOR POR MATERIAL REFRACTARIO Y EQUIPADO A SU VEZ CON UNA CAJA DE VIENTO Y TOBERAS PARA PROPORCIONAR EL AIRE NECESARIO DE COMBUSTION.

EN LA PARTE INFERIOR SE LOCALIZAN DOS ABERTURAS QUE TIENEN LA FINALIDAD DE EXTRACCION DE METAL Y ESCORIA RESPECTIVAMENTE.

A UN NIVEL SUPERIOR SE LOCALIZA UNA ABERTURA QUE SIRVE PARA INTRODUCIR LOS COMBUSTIBLES Y CARGAS RESPECTIVAMENTE.

UNA DE LAS CARACTERISTICAS QUE EN ESTE TIPO DE HORNO SE TIENE, ES EL DE APROVECHAR LOS GASES QUE SE GENERAN EN LA COMBUSTION Y QUE EN SU ASCENSO ENTRAN EN CONTACTO CON LOS MATERIALES QUE VAN A CONTRA CORRIENTE, EN LA CUAL EXISTE UN INTERCAMBIO DE CALOR DIRECTO LO BASTANTE EFICIENTE AL GRADO QUE LOS MATERIALES VAN SIENDO PRECALENTADOS A MEDIDA QUE ESTOS VAN BAJANDO HASTA LLEGAR A LA ZONA DE FUSION.

EL COMBUSTIBLE QUE GENERALMENTE SE USA EN MEXICO EN ESTE TIPO DE HORNOS ES EL COQUE, QUE SE CARGA A INTERVALOS JUNTO CON EL FUNDENTE Y EL MATERIAL, REEMPLAZANDO AL QUE SE -

ESTA QUEMANDO QUE A SU VEZ ESTA FORMANDO UNA CAMA PREVIA, MANTENIENDO ASI DICHA CAMA EN SU ALTURA CONVENIENTE.

LOS CUBILOTES SE FABRICAN EN UNA VARIEDAD DE TAMAÑOS Y CAPACIDADES CUYOS FABRICANTES LOS HAN AGRUPADO Y TABULADO, - NO OBSTANTE ESTA AGRUPACION EXISTEN CIERTAS VARIACIONES EN CUANTO A OPERACION DE UNA PLANTA A OTRA PARA UN MISMO TIPO DE CUBILOTE.

AUNQUE LA SEGUNDA FUSION DE LA FUNDICION DE HIERRO YA SE REALIZABA EN MEDIOS PRIMITIVOS HACIA EL AÑO 1400, EL PRIMER CUBILOTE DIGNO DE TAL NOMBRE ES EL CONSTRUIDO POR EL INGLÉS WILKINSON EN EL AÑO DE 1850, Y PERFECCIONADO POR IRELAN (INGLES) Y BIESSE (FRANCES).

QUIENES SUSTITUYERON LAS SIMPLES ENTRADAS DE AIRE POR DOS-TOBERAS CIRCULARES O CAJAS DE AIRE QUE LO DISTRIBUYEN EN UNA FORMA MAS EQUITATIVA.

DESDE ENTONCES HASTA NUESTROS DIAS PODEMOS DECIR QUE EL CUBILOTE HA VENIDO PERFECCIONANDOSE GRADUALMENTE CON LA FINALIDAD DE AUMENTAR SU RENDIMIENTO, ESTO SE DEBE A LOS CONSTANTES ESTUDIOS Y ENSAYOS DE UN EXTRAORDINARIO NUMERO DE EXPERIMENTOS ENTRE LOS QUE DESTACAN:

VOISIN: (1870) LE DA LA FORMA ACTUAL Y MEJORA LA FORMA DE LAS TOBERAS,

**LEDEBUR: (1880) EXPERIMENTA UNA CAMISA CON CIRCULACION DE-
AGUA ALREDEDOR DEL CUBILOTE ELIMINANDO EL REFRACTARIO.**

**REURENGAR: (1900) EN LUGAR DE AIRE SOPLA VAPOR SOBRECALEN-
TADO.**

**EL SISTEMA GRIFFIN.- ES UN SISTEMA DE SOPLO CON AIRE CA -
LIENTE.**

**Y EN GENERAL PODRIAMOS CITAR UN GRAN NUMERO DE CONTRIBUYEN
TES EN EL AVANCE EXTRAORDINARIO EN LA INVESTIGACION DEL CU
BILOTE.**

DISEÑO Y CONSTRUCCION

ENVOLTURA EXTERIOR.- LA ENVOLTURA EXTERIOR DEL CUBILOTE-
ES, FUNDAMENTALMENTE, UN TUBO DE ACERO QUE PUEDE SER SOLDA
DO O REMACHADO Y QUE SERVIRA DE APOYO O SOSTEN DEL REVESTI
MIENTO INTERNO DEL REFRACTARIO, Y QUE EN SU PARTE EXTERNA-
SE INSERTARA LA CAJA DE VIENTO, TOBERAS, LOS CANALES DE ES
CORIADO Y SANGRIA, UNA ABERTURA PARA CARGA, Y UNA CAMPANA-
AL FINAL QUE TIENE LA FINALIDAD DE SUPRESOR DE CHISPAS.

COMO SE OBSERVA EN LA FIGURA (1) SE PRESENTA UN DIBUJO ES-
QUEMATICO DE UN CUBILOTE INDICANDO LAS DIVERSAS PARTES.

ESTA ENVOLTURA EXTERIOR QUE CONSISTE ESCENCIALMENTE DE PLA
CAS DE ACERO DE UNOS 10MM. DE ESPESOR HASTA LLEGAR A UNA -
ALTURA DE 5 VECES SU DIAMETRO, ESTAS PLACAS EN FORMA DE CI
LINDRO QUE PUEDEN SER SOLDADAS, REMACHADAS O ATORNILLADAS-
UNAS A OTRAS, CON LAS PUNTAS DE TRASLAPE HACIA ABAJO, CON-
LA FINALIDAD DE PROTECCION DEL MEDIO EN QUE SE LOCALICE EL
CUBILOTE.

COMO SE OBSERVA EN LA FIGURA ESTE CILINDRO DESCANSA SOBRE-
CUATRO COLUMNAS DE FUNDICION DE HIERRO O ESTRUCTURA DE ACE
RO, QUE A SU VEZ APOYAN EN UNA PLACA NIVELADA EN EL SUELO.

EL CILINDRO ES REMATADO GENERALMENTE CON UN ANILLO DE ANGU

LO DE HIERRO PARA REFORZARLO, SIENDO SOLDADO O REMACHADO -
CONTRA LA ENVOLTURA EXTERIOR COMO UNICO MEDIO DE PROPORCIONAR PROTECCION CONTRA LA SALPICADURA DE LA LLUVIA DEL REVESTIMIENTO.

EN LA PARTE INTERNA DE DICHO CILINDRO SE LOCALIZAN ANILLOS ESPACIADOS EN TAL FORMA QUE SIRVEN DE BASE PARA SOPORTAR - EL REVESTIMIENTO INTERIOR.

ESTE CILINDRO DEBE DE TENER UNA ALTURA MINIMA ARRIBA DEL -
TECHO UN SALIENTE DE UNOS 3.50 MTS., CON EL PROPOSITO DE -
NO PROVOCAR INCENDIOS LOCALES, EN OCASIONES DICHA ALTURA -
ES AUN MAYOR, PARA TENER MAYOR TIRO NATURAL EN LA ABERTURA DE CARGA, O BIEN PARA PROPORCIONAR UN ESPACIO ADICIONAL -
PERMITIENDO ASI LA COMBUSTION COMPLETA DE LOS GASES ARRIBA DE LA COLUMNA CARGADA.

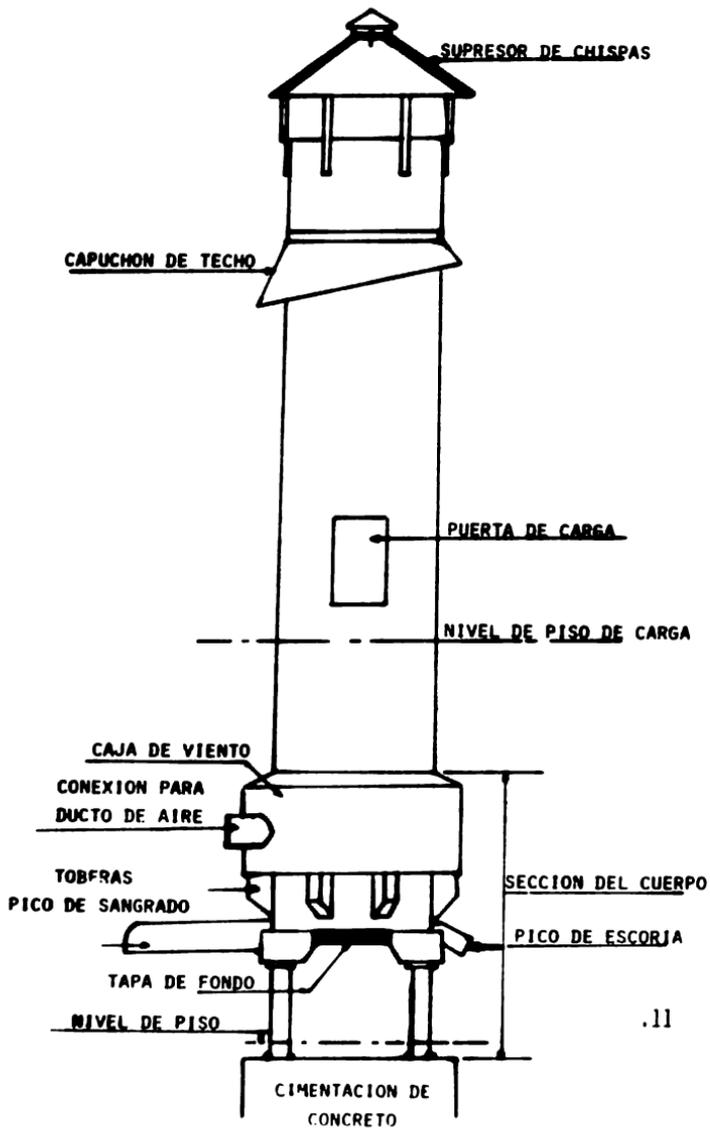


FIG. (1) DIBUJO ESQUEMATICO DE UN CUBILOTE INDICANDO DIVERSAS PARTES.

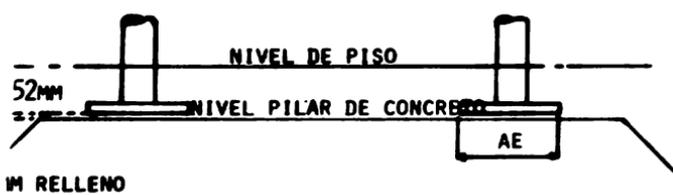
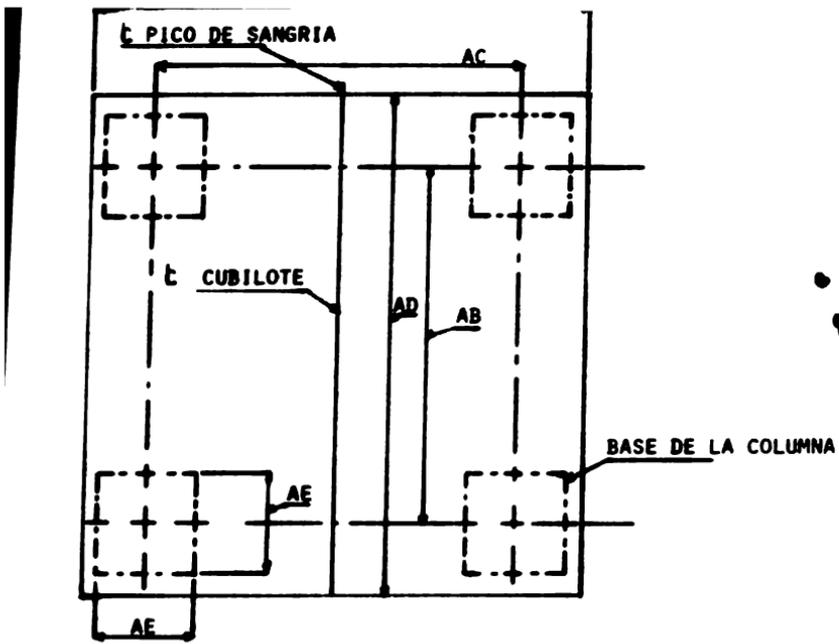
CIMENTACION.- LA CIMENTACION CONSERNIENTE AL CUBILOTE ES DE TAL FORMA QUE DEBERA TOMARSE EN CUENTA SU PROPIO PESO Y EL PESO DE LA CARGA RESPECTIVAMENTE.

EN GENERAL, CUANDO SE DISEÑA UN CUBILOTE ESTE TIENE QUE SER ACOMPAÑADO DE UN DIAGRAMA QUE ESPECIFIQUE LAS DIMENSIONES DE LA PARTE SUPERIOR DE LA CIMENTACION.

SIN EMBARGO, NO ES TODO LO QUE SE TIENE QUE TOMAR EN CONSIDERACION YA QUE INTERVIENE EL TIPO DE ZAPATA Y LA PROFUNDIDAD DE LA MISMA, Y ESTO VENDRA DADO POR LAS CONDICIONES DEL SUELO.

LA PARTE DE LA CIMENTACION SUPERIOR DEBERA QUEDAR UNOS 15-CM. ABAJO DEL NIVEL DEL PISO DE FUNDICION, DE TAL FORMA QUE ESTA CAVIDAD SEA REVESTIDA CON ARENA U OTRO MATERIAL AISLANTE DEL CALOR, CON LA FINALIDAD DE PROTECCION DE LA ZAPATA, Y EN ESA FORMA EVITAR QUE LE LLEGUE CALOR QUE PODRIA SIGNIFICAR EL DERRUMBAMIENTO DE DICHA ZAPATA.

EN LA FIGURA (2), SE PRESENTA UN ESQUEMA REPRESENTATIVO CON UNA CARTA DE DIMENSIONES PARA CIMENTACIONES.



DIAM CORAZA	AB	AC	AD	AE	PESO POR METRO	PESO TOTAL
813	914	908	1372	305	395	2765

FIG. (2) DIBUJO DE CIMENTACION DEL CUBILOTE CON CARTA DE DIMENSIONES.

SECCION DEL CUERPO.- LA LLAMADA SECCION DE CUERPO QUEDA INTEGRADA POR LAS SIGUIENTES PARTES: POR LAS COLUMNAS O PATAS DE SOPORTE, ESTRUCTURA DE LA BASE, PUERTA DE FONDO Y SECCION DE LA TORRE DEL CUBILOTE, ESTO PUEDE OBSERVARSE EN LA FIG. (1).

COLUMNAS.- POR LO GENERAL SON FABRICADAS DE TUBO Y QUE EN SU INTERIOR ES RELLENADO CON CONCRETO REFORZADO O EN SU LUGAR PUEDEN SER DE HIERRO FUNDIDO. SIENDO ATORNILLADAS POR LA PARTE INFERIOR DE LAS MISMAS EN LA PARTE SALIENTE DE LA ZAPATA PREVIAMENTE ASENTADA.

ESTAS PATAS VARIAN EN CUANTO A SUS DIMENSIONES EN ALTURA DE ACUERDO A SUS NECESIDADES QUE LO REQUIERAN, PERO SIENDO SU ALTURA COMUN AQUELLA QUE PERMITA EL LIBRE BISAGREO DE LA TAPA DE FONDO DEL CUBILOTE, Y A SU VEZ QUE PERMITA RETIRAR LA DESCARGA DEL CUBILOTE.

ESTRUCTURA DE LA BASE.- LLAMESE A LA PARTE DONDE SE ASIENTA LA SECCION PRIMARIA DE LA TORRE DEL CUBILOTE, Y COMO PARTE DONDE SE ASIENTA EL REVESTIMIENTO INTERIOR.

ESTA SECCION TOMA EL ASPECTO DE UN CUADRADO POR SU PARTE EXTERNA Y UNA ABERTURA EN SU PARTE INTERNA CUYO DIAMETRO FINAL ESTARA DADO POR EL DIAMETRO INTERNO DEL CUBILOTE, GENERALMENTE ESTA ESTRUCTURA SE FABRICA EN ACERO DE FUNDICION.

LA PUERTA DE FONDO.- Es de forma circular o semicircular hecha de hierro fundido con gruesas costillas de refuerzo, tiene una serie de oradaciones con la finalidad de permitir el escape de gases, en la forma que se encuentran instaladas estas puertas es en una o dos piezas teniendo un punto o puntos en comun que sirven de apoyo y de bisagra.

LA PUERTA ESTANDO EN POSICION DE OPERACION EN AMBOS CASOS EL PUNTAL QUE SE UTILIZA COMO MEDIO DE SOPORTE DE ESTE Y DE LA CARGA, DEBERA SER DE ACERO MAYORES DE LOS 40MM. DE DIAMETRO O EN SU LUGAR SE UTILIZA UN TUBO QUE REUNA LAS CARACTERISTICAS DE UNA BARRA DE ACERO ANTES MENCIONADA.

SECCION DE LA TORRE DE CUBILOTE.- Es la seccion en donde se insertan las toberas, la caja de viento, y los picos de escoriado y sangrado.

LAS CAJAS DE VIENTO Y TOBERAS PRESENTAN UNA SECCION TRANSVERSAL AMPLIA, QUE ESTA SOLDADA A LA SECCION DEL CUERPO CON LA FINALIDAD DE ELIMINAR FUGAS DE AIRE. LA PARTE SUPERIOR DE LA CAJA DE VIENTO ES DE FORMA CONICA PARA EVITAR LA ACUMULACION Y CORROSION DEBIDA A LAS CENIZAS DEL CUBILOTE.

EN EL DISEÑO DE LA CAJA DE VIENTO SE INCORPORA UNA CONECCION PARA EL DUCTO DEL AIRE DE SOPLO CERCA DE LA PARTE SUPERIOR, POR LO GENERAL ES UNA SOLA TOMA TANGENCIAL O RA --

DIAL. EL DISEÑO DEBERA SER LO MAS SENCILLO POSIBLE, PARA QUE CUANDO OCURRA ALGUNA FALLA EN EL SISTEMA SEA FACILMENTE REEMPLAZABLE.

LA CAJA DE VIENTO SE LOCALIZA EN SU PARTE MAS BAJA POR ARRIBA DEL NIVEL DE LAS TOBERAS, Y POR CONSIGUIENTE, EVITA LA ACUMULACION DE HIERRO Y ESCORIA.

LOS CONDUCTOS QUE CONECTAN LA CAMARA DE VIENTO A LA ABERTURA DE LAS TOBERAS EN LA SECCION DEL CUERPO, ESTAN CONVENIENTEMENTE EQUIPADAS CON DISPOSITIVOS DE CIERRE QUE PERMITEN QUE LAS CUBIERTAS SEAN ABIERTAS Y CERRADAS RAPIDAMENTE SIN PERMITIR LA FUGA DE AIRE DE SOPLO.

TOBERAS.- EN EL CUBILOTE ORDINARIO ES EQUIPADO CON UN SISTEMA DE TOBERAS LO SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA PROPORCIONAR UN FACIL PASO DEL AIRE DE COMBUSTION A LA CAMA DE COQUE. LA "RELACION DE TOBERAS", ES EL TERMINO EMPLEADO COMUNMENTE PARA DETERMINAR LA RELACION DE LA SUMA DEL AREA DE TOBERAS (EN SU AREA TRANSVERSAL MENOR) AL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CUBILOTE. ESTA RELACION ESTA DENTRO DEL ORDEN DEL 25 %.

SE HAN EFECTUADO INNUMERABLES PRUEBAS PARA DETERMINAR LA RELACION DE TOBERAS, HABIENDOSE ENCONTRADO QUE VARIA ENTRE 0.1 Y 0.0769 DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CUBILOTE, VARIANDO ESTAS CON LAS CONDICIONES DE OPERACION DE CADA PLAN

TA. SU DISEÑO ES TAMBIEN MUY VARIADO PUDIENDO SER REDON -
DAS, CUADRADAS, Y RECTANGULARES.

LAS TOBERAS SON HECHAS EN HIERRO COLADO DEBIENDO SER SU TA
MAÑO Y DISEÑO LO MAS SENCILLAS, CON EL UNICO FIN DE PRO --
VEER UNA MAYOR FACILIDAD EN SU INSTALACION Y REEMPLAZO.

LA DISPOSICION DE LAS TOBERAS PUEDEN SER EN UNO O EN DOS -
NIVELES, LAS TOBERAS QUE VAN POR LO GENERAL EN EL SEGUNDO-
NIVEL, AYUDAN A MANTENER CONDICIONES DE LIMPIEZA EN LA OPE
RACION PARA UNA FUSION RAPIDA EN HORNEADAS LARGAS. ASI -
MISMO HAN DEMOSTRADO TENER CIERTA VENTAJA CUANDO EL COMBUS
TIBLE Y LA CARGA SON DE BAJA CALIDAD.

EN TODO EL CONJUNTO DE TOBERAS, POR LO MENOS UNA DEBERA -
SER DEL TIPO DE SEGURIDAD PROVISTA DE UN CANAL CUYA ALTURA
ESTARA ENTRE 4 Y 5 CM. MAS BAJA DEL NIVEL NORMAL DE TOBE -
RAS.

LAS TOBERAS ESTARAN EQUIPADAS CON COMPUERTAS, Y ESTAS COM
PUERTAS DEBERAN SER LO SUFICIENTEMENTE HERMETICAS PARA NO
PERMITIR EL ESCAPE DE PRESION, LA FUNCION DE DICHAS COM --
PUERTAS ES EL DE VER SI NO SE HA TAPONADO LA ENTRADA DEL -
AIRE POR LA ESCORIA QUE PUDIERA SOLIDIFICARSE, SIENDO NECE
SARIO DE DICHA ESCORIA DE UNA BARRETA, DANDO ASI PASO AL -
AIRE INSULFADO.

LAS COMPUERTAS PUEDEN SER OPERADAS MANUALMENTE EN UNA SECUENCIA Y TIEMPOS DEFINIDOS, EN GENERAL SON DEL ORDEN DE 5 A 10 MIN. CADA VEZ QUE UNA O MAS TOBERAS SON CERRADAS PARA LA ACCION DESESCORIANTE.

LA COLOCACION DE LAS TOBERAS DEBERAN ESTAR LO SUFICIENTEMENTE ALTAS CON EL UNICO PROPOSITO DE PROPORCIONAR UN TAMAÑO ADECUADO DEL CRISOL, SIENDO ESTA ALTURA DE 10 A 15CM. ARRIBA DEL PICO DE ESCORIADO, PARA QUE LA ESCORIA NO SEA OBLIGADA A SUBIR Y SOLIDIFICARSE EN LA ZONA FRIA QUE SE PRODUCE JUNTO A LAS TOBERAS DEBIDO AL AIRE FRIJO QUE SE ESTA INSULFANDO AL CUBILOTE.

SE HA OBSERVADO QUE LA ALTURA PROMEDIO ES DEL ORDEN DE 50CM. PARA CUBILOTES PEQUEÑOS A PARTIR DEL FONDO, Y DE 70CM. PARA CUBILOTES GRANDES MEDIDOS DESDE EL FONDO.

CON ESTAS CARACTERISTICAS SE ESTIMA QUE EL CRISOL TIENE UNA CAPACIDAD DE RETENCION DEL 46 % DEL METAL LIQUIDO.

CANALES DE SANGRIA Y ESCORIADO.- LA PARTE DEL CUBILOTE QUE ESTA OCUPADA POR EL CRISOL, SE LOCALIZAN EN EL LOS CANALES DE SANGRIA, ESCORIADO Y ORIENTADO HACIA EL LUGAR MAS CONVENIENTE QUE SE PUEDA UTILIZAR LA EXTRACCION DEL METAL. EL CANAL DE ESCORIADO NORMALMENTE EN LOS CUBILOTES EN OPERACION INTERMITENTE, SE LOCALIZA ARRIBA DEL CANAL DE SANGRIA OPUESTO AL MISMO, ESTO PUEDE OBSERVARSE EN LA FIG.(1).

TAMBIEN SE TIENE LA COMBINACION DE CANAL PARA OPERACION -- CONTINUA DE SANGRIA Y ESCORIADO ACORDE A LOS DISEÑOS.

EL USO DE UNO U OTRO TIPO DE CANAL DE SANGRADO Y ESCORIADO, DEPENDERA DEL REGIMEN DEL CUBILOTE, YA QUE PARA EL TIPO DE OPERACION CONTINUA DE SANGRIA Y ESCORIADO DEBERA TENER DETERMINADAS CARACTERISTICAS COMO ES EN SU DISEÑO SOFISTICADO, Y QUE A SU VEZ IMPLICA UN MAYOR COSTO DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO, MIENTRAS QUE PARA EL TIPO INTERMITENTE CON ESCORIADO DIAMETRALMENTE OPUESTO AL DE SANGRIA, IMPLICA UN DISEÑO MAS SENCILLO Y UN MENOR COSTO DE MANTENIMIENTO.

HACIENDO UN ANALISIS DE LOS TIPOS DE CANALES, SE OBSERVO EN LA PRACTICA QUE EL TIPO DE CANAL QUE MEJOR SE AJUSTO FUE EL DE SANGRIA Y ESCORIADO INTERMITENTE, DADAS LAS CARACTERISTICAS QUE PRESENTA ESTE CON RELACION AL DE OPERACION CONTINUA, COMO ES UN MENOR COSTO DE MANTENIMIENTO.

AMBOS CANALES TIENEN UNA PEQUEÑA INCLINACION APROXIMADAMENTE UNOS 30°, CON EL PROPOSITO DE EJECUTAR LAS OPERACIONES DE TAPONEO Y TANTO EL FIERRO FUNDIDO COMO LA ESCORIA, FLUYAN Y NO PERMITAN TAPONEARSE ASI MISMO.

ABERTURA DE CARGA.- ES UNA ABERTURA QUE SE LOCALIZA EN LA PARTE SUPERIOR QUE SIRVE PARA INTRODUCIR LAS CARGAS. EN CUBILOTES QUE SE CARGAN MANUALMENTE, ESTAS ABERTURAS ESTAN RELATIVAMENTE BAJAS, PARA COINCIDIR CON LOS PICOS DE CARGA,

Y PARA CUBILOTES CARGADOS A MANO SON DE APROXIMADAMENTE DE 4 - 4.30m, SIENDO ESTA ALTURA TOMADA DESDE LA PLACA DE FONDO O LA PARTE INFERIOR DE LA ABERTURA. ÉSTA DISTANCIA A LA QUE SE ENCUENTRA LOCALIZADA LA ABERTURA NOS LLEVA AL DESPERDICIO DE GRAN PARTE DE CALOR SENSIBLE, QUE SE ESCAPA A LA ATMOSFERA, POR LO CUAL ES RECOMENDABLE DE QUE ESTA ABERTURA SEA LO SUFICIENTEMENTE REDUCIDA AL GRADO DE QUE PERMITA SOLAMENTE LA LIBRE INTRODUCCION DE LA CARGA.

PARA CUBILOTES EN QUE LA CARGA SE HACE CON DISPOSITIVOS MECANICOS, LA ABERTURA DE CARGA SE LOCALIZA A UN NIVEL MAS ALTO, GENRANDO ASI UNA COLUMNA MAS ALTA PERMITIENDO UNA ABSORCION MAS EFICIENTE DEL CALOR DE LOS GASES DE ESCAPE QUE ASCIENDEN.

A PARTIR DE ESTAS DOS FORMAS DE COMO CARGAR EL CUBILOTE, SE OBSERVA QUE TAN IMPORTANTE ES A LO QUE SE LLAMA "LA ALTURA EFECTIVA DEL CUBILOTE" QUE ES LA ALTURA MINIMA O COLUMNA CARGADA, EN LA CANAL SE TIENE UN MINIMO DE DESPERDICIO DEL CALOR SENSIBLE GENERADO POR LA COMBUSTION COQUE-AIRE. ÉSTA ALTURA ES MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LAS TOBERAS HASTA LA PARTE INFERIOR DE LA ABERTURA DE CARGA.

GENERALMENTE SE CONFUNDE ESTA ALTURA CON LA ALTURA ENTRE LA BOCA DE CARGA Y EL FONDO QUE ES VARIABLE DE 4.50mts. -- PARA CUBILOTES CHICOS Y 7.50mts. PARA CUBILOTES GRANDES, EN PROMEDIO GENERAL SE HA VISTO QUE DONDE SE TIENE EL MINI

NO DE PERDIDA DE CALOR SENSIBLE ES EL QUE TIENE 6.50mts.

CHIMENEA.- TIENE EL ASPECTO DE UN CONO, HECHA DE LAMINA-CUYA PARTE INFERIOR ES DEL DIAMETRO DEL CUBILOTE Y SU PARTE SUPERIOR ES DE UNAS 8" DE DIAMETRO, ESTA SOLDADA A LA ENVOLTURA DEL CUBILOTE POR MEDIO DE UNAS VARILLAS QUE DEJAN UN ESPACIO ENTRE ESTA Y EL CUBILOTE.

COMO YA SE DIJO ANTES, LA CHIMENEA DEBE DE SOBRESALIR DEL-TECHO LO SUFICIENTE POR RAZONES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS, DEBIENDO EXISTIR UN ESPACIO ENTRE CHIMENEA Y TECHO, QUE ES CUBIERTO CON UN CAPUCHON COMO MEDIDA DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE.

C A P I T U L O II

E Q U I P O

FUNCIÓN DEL EQUIPO.- EL EQUIPO ES LA PARTE MEDULAR DE CUALQUIER EMPRESA QUE SE ESTA PLANEANDO Y QUE SE DESEA EQUIPAR, SIENDO EN ESTA PARTE DONDE SE VEÁ QUE FUNCIÓN VA A REALIZAR Y CUAL ES EL EQUIPO QUE MEJOR SE AJUSTA ACORDE A SU FUNCIÓN.

EN NUESTRO CASO NOS REFERIMOS A LOS SIGUIENTES:

- EQUIPO DE CARGA
- EQUIPO DE SOPLO
- EQUIPO DE CONTROL DE SOPLO
- ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE DE SOPLO.

EQUIPO DE CARGA.- EN CUANTO A LA MANERA DE INTRODUCIR LAS CARGAS AL CUBILOTE, SE PUEDE EFECTUAR DE LAS SIGUIENTES FORMAS:

- A) MANUALMENTE B) CON EQUIPO MECANICO.

HACIENDO REFERENCIA AL PRIMERO DE ELLOS, ES DE QUE EN PRIMER LUGAR NADIE DESEA, HOY EN DIA, EL TRABAJO DE CARGAR A MANO EL CUBILOTE, YA QUE REPRESENTA UN TRABAJO DURO Y DESAGRADABLE BAJO CUALQUIER MEDIO AMBIENTE QUE LO RODEE. AUNADO A ESTO LA DIFÍCIL TAREA DE ENCONTRAR A ALGUIEN QUE HAGA UN BUEN TRABAJO DE CARGA A MANO, ES DECIR, QUE CUM -

PLA CON LA CONDICION DE UNA DISTRIBUCION DE LA CARGA EN -
EL CUBILOTE APROPIADAMENTE.

EL SEGUNDO, QUE ES EL EQUIPO MECANICO EL QUE NOS DARA UN -
MEJOR MOVIMIENTO DE CARGA, Y SIENDO ESTE EL APROPIADO EN -
CUMPLIR LA CONDICION DE HACER UN TRABAJO DE DISTRIBUCION -
DE CARGA MEJOR, OBTENIENDOSE VENTAJAS Y AHORROS CON EL USO
DE ESTE EQUIPO.

EN EL ESTUDIO REFERENTE AL EQUIPO SE HAN HECHO INUMERA --
BLES Y GRANDES MEJORAS EN LOS ULTIMOS TIEMPOS, POR LO QUE
ES NECESARIO ESTUDIAR Y SELECCIONAR EL EQUIPO QUE MEJOR -
SE ADAPTE A LAS CONDICIONES PARTICULARES DE CADA FUNDI --
CION.

CABE MENCIONAR QUE LAS OPERACIONES DE CARGA EN TODOS SUS
ASPECTOS DESDE QUE SE RECIBEN LOS MATERIALES, ALMACENA -
MIENTO, MOVIMIENTO, PESADO Y CARGA PROPIAMENTE DICHO, -
SON ASPECTOS QUE SE DEBEN TOMAR EN CUENTA PARA CUMPLIR -
IDEALMENTE TODAS LAS CONDICIONES DEL CONCEPTO CARGA.

TODO EL ANALISIS ANTERIOR TIENE POR OBJETO, EL DE CONTAR
CON LA INSTALACION MAS ECONOMICA Y FUNCIONAL.

LAS VENTAJAS QUE SE OBTIENEN CON EL PROCESO DEL USO DE -
DISPOSITIVOS MECANICOS FRENTE A LA OPERACION DE CARGA MA
NUAL SON:

- REDUCCION DE MANO DE OBRA
- MEJORA LAS CONDICIONES DE TRABAJO

A) FAVORECE A ELIMINAR TODA ACTIVIDAD MANUAL EN EL PISO -
AL PIE DEL CUBILOTE.

B) REDUCE AL MINIMO EL TRABAJO MANUAL EN EL PATIO.

- PROPICIA CONDICIONES FAVORABLES PARA UNA MEJOR SUPERV
SION EN LAS OPERACIONES EN GENERAL.
- ELIMINA EL PISO DE CARGA QUE ES COSTOSO.
- FAVORECE A UNA OPERACION MAS EFICIENTE EN EL CUBILOTE,
YA QUE PUEDE CARGARSE EL MAXIMO DE MATERIALES POR ME -
DIO DE CARGAS PREPARADAS PREVIAMENTE, EN DONDE SE CUEN -
TA CON UNA MAYOR PRECISION Y UNIFORMIDAD.

PARA UN BUEN SISTEMA DE CARGA, DEBERA TENERSE EN CUENTA LA
PLANIFICACION EN LAS INSTALACIONES DE DESCARGA Y ALMACENA-
MIENTO EN EL PATIO, CON EL PROPOSITO DE DARLE FLUIDEZ AL -
MANEJO DE MATERIALES TENIENDO COMO CONSECUENCIA QUE LAS -
OPERACIONES SEAN LO MAS ECONOMICAS POSIBLES, ES DECIR, CLA -
SIFICAR LA MATERIA PRIMA POR MEDIO DE TOLVAS, DEPOSITOS O
BIEN EN MONTONES, SE HACE USO, PARA LLEVAR A CABO ESTAS --
OPERACIONES DE UNA GRUA AEREA O BIEN UNA GRUA PLUMA. LO -
QUE NOS DETERMINARA EL USO DE UN TIPO U OTRO SERA; EL AREA
DISPONIBLE DE PATIO QUE SE TENGA PARA EJECUTAR ESTAS OPERA
CIONES. EN NUESTRO CASO SE CUENTA CON UNA GRUA DE CLARO -
ENTRE RIELES, YA QUE EL CUBILOTE OPERA CON BAJO TONELAJE -

LA VENTAJA QUE SE TIENE BAJO ESTAS CARACTERISTICAS, ES EL DE CONTAR QUE LOS MATERIALES ESTAN PROXIMOS A LA TOLVA DE OPERACION.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ALMACENAMIENTO.- CUANDO SE PLANTEO EL PATIO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS, SE TOMO EN CONSIDERACION QUE VENTAJAS Y BENEFICIOS SE TENDRIAN AL SELECCIONAR UN PATIO CUBIERTO.

LOS BENEFICIOS DIRECTOS QUE SE DERIVAN DE CONTAR CON EL ESPACIO CUBIERTO SON:

- PROPORCIONAR UN MEDIO DE PROTECCION A LOS TRABAJADORES DURANTE CONDICIONES ADVERSAS DEL CLIMA.
- UNA MEJOR EFICIENCIA DEL TRABAJADOR EN SUS OPERACIONES
- EVITA QUE EL COQUE Y PIEDRA CALIZA SEAN MOJADOS.

LAS VENTAJAS SON:

- CLASIFICACION DE LOS MATERIALES SEGUN SU COMPOSICION QUIMICA Y TAMAÑO PARA FORMAR LAS CARGAS.
- SE CONSIGUE UNA MEJOR APARIENCIA DEL PATIO DE ALMACENAMIENTO.
- SE CONSIGUE UNA REDUCCION CONSIDERABLE EN LA SUPERFICIE DE ALMACENAMIENTO.

COMO ES OBVIO CADA MATERIA PRIMA REQUIERE DE UN ESPACIO -

DETERMINADO PARA CONTENER UN DETERMINADO VOLUMEN DE DICHA MATERIA PRIMA, POR LO TANTO PUEDE DECIRSE QUE EXISTEN FACTORES QUE DETERMINAN LA CANTIDAD MAXIMA DE MATERIAS PRIMAS NECESARIAS PARA UNA PRODUCCION ININTERRUMPIDA.

DICHOS FACTORES SON:

- PRODUCCION ESPERADA EN TONELADAS DE PIEZAS TERMINADAS.
- TIEMPO MAXIMO DE AGOTAMIENTO DE MATERIALES PARA CUMPLIR EL REGIMEN DE PRODUCCION.
- TIEMPO TRANSCURRIDO PARA LA ENTREGA DE MATERIAS PRIMAS DESDE LA PLANTA ABASTECEDORA (EN CASO DE QUE SE TENGA) AL PATIO DE LA FUNDICION.

RELACION DE EQUIPO PARA ELABORACION DE LA CARGA.- SON LOS ELEMENTOS MINIMOS NECESARIOS CON QUE DEBE SER EQUIPADA LA FUNDICION PARA LA PREPARACION DE LA CARGA DEL CUBILOTE, SIN EMBARGO, ANTES DE HACER LA SELECCION DEL SISTEMA MAS CONVENIENTE O APROPIADO, ES NECESARIO TOMAR EN CUENTA CIERTOS FACTORES QUE TIENEN INFLUENCIA EN LA SELECCION DEL EQUIPO.

LOS FACTORES A CONSIDERAR SON:

- TAMAÑO DEL CUBILOTE
- REGIMEN DE FUSION POR HORA
- OPERACION DEL CUBILOTE HORAS POR DIA

- TAMAÑO DE LA CHATARRA
- CALIDAD DEL PRODUCTO QUE SE PRODUCE

CON BASE A LOS FACTORES ANTERIORES, SE PUEDE DECIDIR QUE EQUIPO ES EL NECESARIO Y QUE CARACTERISTICAS DEBERA CUMPLIR PARA HACER EL SISTEMA DE CARGA TOTALMENTE MECANIZADO, EL EQUIPO PRINCIPAL Y AUXILIAR QUE SE REQUIERE ES EL SIGUIENTE:

- PLATAFORMA DE CARGA
- TOLVAS DE PESADO DE MATERIALES (CHATARRA, COQUE Y PIEDRA CALIZA).
- BASCULAS
- HERRAMIENTAS PARA EL CORTE DE CHATARRA (BOLA ROMPEDORA SOPLETE OXIACETILENO Y CIZALLA).

CANASTAS PARA CARGA.- PODEMOS DECIR QUE LA CANASTA PARA LA CARGA ES, LA PARTE MAS IMPORTANTE EN EL SISTEMA MECANICO. DE HECHO ES LA PARTE A LA QUE DEBERA DARSE UNA CONSIDERACION CUIDADOSA A SU SELECCION, DEBIENDO SER DE TAL FORMA QUE SU DISEÑO CUMPLA CUALQUIER CONDICION, ES DECIR, QUE CUMPLA LA CARACTERISTICA DE PODER MANEJAR CUALQUIER TAMAÑO DE MATERIAL, CON EL OBJETO DE QUE SE OBTENGAN LOS MEJORES RESULTADOS POSIBLES, VISTO DESDE DOS ANGULOS DIFERENTES, EN LO QUE RESPECTA AL MANEJO ECONOMICO DE LOS MATERIALES Y EN SU CONTROL METALURGICO EN EL PROCESO DE FUSION DEL CUBILOTE.

POR LO TANTO PODEMOS DECIDIR QUE EL TIPO DE CANASTA DEBERA REUNIR DETERMINADAS CARACTERISTICAS QUE SON:

- **DISTRIBUCION UNIFORME DE LA CARGA EN EL CUBILOTE**
- **CARGA DECHATARRA DE CUALQUIER TIPO Y TAMAÑO**
- **QUE TENGA CAPACIDAD**
- **QUE ACTUE COMO CONTROL DE TAMAÑO.**

TOMANDO COMO BASE LAS CARACTERISTICAS ANTES MENCIONADAS, PODEMOS ELEGIR QUE EL MEJOR DISEÑO DE CANASTAS ES LA QUE REUNA Y SE APEGUE MAS A CADA UNO DE LOS CASOS EN PARTICULAR.

CARGADOR DEL TIPO DE RIEL.- ES NECESARIO ELEGIR EL MEDIO QUE SERVIRA PARA DESPLAZAR LA CANASTILLA, DEBIENDO REUNIR DETERMINADAS CARACTERISTICAS, Y SON: QUE SEA ECONOMICO Y QUE CUMPLA QUE AL VOLTEAR LA CANASTILLA SE DISTRIBUYA LA CARGA. EL MEJOR QUE SE AJUSTA PARA CUBILOTES PEQUEÑOS ES DEL TIPO VERTICAL CON CANASTA DE DESCARGA LATERAL, SIENDO A SU VEZ EL MAS SENCILLO DE LOS SISTEMAS MECANICOS. EN ESTA UNIDAD HAY UNA CANASTA QUE ES PARTE DE LA MAQUINA, LA QUE SUBE Y BAJA POR MEDIO DE UN CABLE ENROLLADO A UN MALACATE ELECTRICO. LA CANASTA ESTA MONTADA EN RUEDAS QUE VIAJAN DENTRO DE UNA CARRILERA VERTICAL, CURVADA EN LA PARTE SUPERIOR, DE MANERA QUE, CUANDO LA CANASTA LLEGA A LA PUERTA DE CARGA, SE INCLINA AUTOMATICAMENTE Y SU CONTENIDO CAE EN EL CUBILOTE.

EXISTEN DIFERENTES FORMAS DE COMO PUEDE SER LLENADA LA CARNASTA EL NIVEL DEL PISO, ESTAS PUEDEN SER: CARGADOR MECANICO CON PALA, A MANO, ETC.

LA PRACTICA USUAL CONSISTE EN COLOCAR LA CARGA DE HIERRO EN PRIMER LUGAR, SEGUIDA POR LA CARGA DE COQUE, Y POR ULTIMO LA CARGA DEFUNDENTE, CON LA CERTEZA DE QUE TODOS LOS MATERIALES LLEGAN COMPLETAMENTE MEZCLADOS A LA ZONA DE FUSION.

EQUIPO DE SOPLO.- SE PUEDE DECIR QUE EL EQUIPO APROPIADO PARA SUMINISTRAR EL AIRE DE SOPLO A UN CUBILOTE DE FUNDICION REPRESENTA, PARA EL FUNDIDOR UN PUNTO DE MUCHA IMPORTANCIA, ES DECIR, REVISTE TANTA IMPORTANCIA EL AIRE - QUE SE SUMINISTRA PARA LLEVAR A CABO LA COMBUSTION COMO - LA DE LOS MATERIALES QUE SE CARGAN.

SIENDO ESTA IMPORTANCIA LO QUE OBLIGA A CONTAR CON EL -- EQUIPO MAS APROPIADO, ASI COMO DE SU CONTROL PARA UNA BUENA MARCHA DE OPERACION DEL CUBILOTE.

LO QUE NOS LLEVARA A SELECCIONAR EL EQUIPO DE SOPLO APROPIADO, EN ESPECIAL A LO QUE SE REFIERE A EL TIPO Y TAMAÑO NOS LOS DARAN LAS PROPIAS CARACTERISTICAS DEL CUBILOTE - QUE SON:

FACTORES QUE DETERMINAN EL VOLUMEN Y PRESION DEL AIRE.

- TIPO Y TAMAÑO DEL CUBILOTE
- REGIMEN DE FUSION
- RELACION DE CARGA QUE EXISTE DE HIERRO A COQUE (QUE SE VE AFECTADO POR EL PRECALENTAMIENTO DEL AIRE, HUMEDAD Y POR LA DENSIDAD DEL MISMO).
- TIPO DE HIERRO
- TEMPERATURA DEL HIERRO EN EL PICO DE SANGRIA
- ABERTURA DE LA CAMA DE COQUE
- PROPIEDADES FISICAS DEL COQUE

FACTORES QUE DEFINEN LA SELECCION DEL SOPLADOR.

- VOLUMEN Y PRESION MAXIMOS
- COSTO INICIAL Y DE OPERACION
- POSICION DEL SOPLADOR CON RESPECTO AL CUBILOTE.
- TEMPERATURA DEL AIRE A LA ENTRADA DEL SOPLADOR
- ALTITUD DE LA INSTALACION.

YA UNA VEZ ESTABLECIDAS LAS CARACTERISTICAS QUE DEBE REUNIR LA MAQUINA PARA SUMINISTRAR EL AIRE AL HOGAR DEL HORNO, SE DISTINGUEN DOS CATEGORIAS:

- VENTILADORES CENTRIFUGOS
- VENTILADORES DE EMBOLOS ROTATIVOS O VOLUMETRICOS

AMBOS SISTEMAS PUEDEN GARANTIZAR EN FORMA GENERAL LOS MISMOS SERVICIOS, ES DECIR, SUMINISTRAR EL VOLUMEN DE AIRE A

LA PRESION NECESARIA, PERO DIFIEREN FUNDAMENTALMENTE ENTRE SI POR EL PRINCIPIO DE SU FUNCIONAMIENTO, Y EN CONSECUENCIA, POR LAS CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION; PARA AMBAS CATEGORIAS SON, ADEMAS; DIVERSOS LOS LIMITES DE SERVICIO Y SU COMPORTAMIENTO.

PARA NUESTRO PROPOSITO SE HIZO USO DEL VENTILADOR TIPO CENTRIFUGO, ESTE SISTEMA DE MAQUINA ESTA CONSTITUIDO ESCENCIALMENTE POR UN ORGANO MOVIL LLAMADO RODETE GIRATORIO DENTRO DE UNA ENVOLTURA FIJA Y FORMADO POR DOS DISCOS, EL ANTERIOR DE LOS CUALES ESTA AGUJERADO EN LA PARTE CENTRAL MIENTRAS QUE EL OTRO ESTA UNIDO POR MEDIO DE UN CUBO A UN ARBOL GIRATORIO, ENTRE AMBOS DISCOS HAY FIJADOS UN CIERTO NUMERO DE POLOS. DURANTE LA ROTACION, EL FLUIDO ES ASPIRADO HACIA EL INTERIOR DEL RODETE A TRAVES DE LA ABERTURA DEL DISCO ANTERIOR Y CENTRIFUGADO HACIA EL EXTERIOR, DONDE ES RECOGIDO POR LA ENVOLTURA FIJA QUE TIENE FORMA DE CARACOL, CUYA SECCION GRADUALMENTE CRECIENTE LO CANALIZA EN UNA TUBERIA.

PARA ELEGIR LA MAGNITUD DE LA MAQUINA SOPLANTE O ADECUADA PARA UNA DETERMINADA ALIMENTACION, CONVIENE ANTE TODO FIJAR EL GASTO Y LA PRESION NECESARIOS, EN QUE HA DE OPERAR EL CUBILOTE.

A) DESIGNAREMOS POR (Q) AL GASTO EN METROS CUBICOS POR MINUTO, SE CALCULA SEGUN EL CONSUMO DE COQUE METALURGICO

(TEORICAMENTE, PARA LA COMBUSTION COMPLETA DE 1 KG. DE COQUE CON UN 10% DE CENIZA SON NECESARIOS 8 M³ REFERIDOS A LA TEMPERATURA DE 0°C Y 760 MM Hg., HACIENDO EL CALCULO PARA SUMINISTRAR AIRE A 25°C Y 585.2 MM DE MERCURIO Y PREVIENDO UN LIGERO EXCESO DE ESTE AIRE, SE ENCONTRÓ QUE ES DEL ORDEN DE 11.34 M³).

B) LA PRESION TOTAL EN MILIMETROS DE COLUMNA DE AGUA ES DETERMINADA POR LA PRESION ESTATICA NECESARIA PARA VENCER LA RESISTENCIA EN EL CUBILOTE, MAS LA PRESION ESTATICA NECESARIA PARA VENCER LA RESISTENCIA EN EL CUBILOTE, MAS LA PRESION ESTATICA PRODUCTO DE LOS ROZAMIENTOS CON CODOS Y CAMBIOS DE SECCION ETC.

LA PRESION ESTATICA EN EL CUBILOTE DEPENDE ESCENCIALMENTE DE LA RESISTENCIA AL PASO DEL VIENTO POR LAS TOBERAS Y A TRAVES DE LA COLUMNA DE CARGA EN EL CUBILOTE. MIENTRAS LA PRIMERA PARTE DE ELLA SE HACE EN CALCULO EXPERIMENTAL, LA SEGUNDA EN CAMBIO ESCAPA A TODO CALCULO.

POR ESO HAY QUE CONSIDERAR LA PRESION ESTATICA EN EL CUBILOTE COMO UN DATO EXPERIMENTAL DEDUCIDO DE LAS OBSERVACIONES. SE HAN ENCONTRADO PRESIONES ESTATICAS DE 300-700MM DE AGUA HACIENDO UNA CLARA DIFERENCIACION ENTRE LOS DOS SISTEMAS DE MAQUINAS DE SOPLO EN IGUALDAD DE SERVICIO, -- PRESENTA QUE LOS VENTILADORES DE EMBOLO ROTATIVOS PRESENTAN EN PARTICULAR DIFICULTAD DE REGULACION Y DE ADAPTA --

CION A LAS CARACTERISTICAS REQUERIDAS POR LA INSTALACION, RUIDO MOLESTO, PESO Y ESPACIO MAYOR QUE PASA LOS CENTRIFUGOS.

LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACION DE CUBILOTE NO SON NUNCA UNIFORMES, POR LO CUAL HACE QUE EL SUMINISTRO DE AIRE DE SOPLO DEBE SER REGULABLE ENTRE AMPLIOS LIMITES.

ES EN LA REGULACION DONDE EXISTE UNA AMPLIA DIFERENCIA SUSTANCIAL ENTRE LOS VENTILADORES CENTRIFUGOS Y ROTATIVOS.

EN FIN, SE PUEDE DECIR QUE EL VENTILADOR CENTRIFUGO ES MAS ELASTICO A LOS EFECTOS DE UNA REGULACION, Y SU FUNCIONAMIENTO A CARGA REDUCIDA, ESPECIALMENTE EN EL CASO DE FRECUENTES VARIACIONES EN EL REGIMEN NORMAL.

INSTALACION DEL VENTILADOR.- LA INSTALACION DE LA MAQUINA QUE SE UTILIZA PARA EL SOPLO EN LA FUNDICION EN LA MAYORIA DE LOS CASOS RESULTA POR LO REGULAR DESCUIDADA. EN ALGUNOS CASOS SE ENCUENTRA DISPUESTA LEJOS DEL CUBILOTE O MUY CERCA, A UN NIVEL DISTINTO DE LA CAMARA DE VIENTO, LA TUBERIA PARA LA CONDUCCION DEL AIRE ES INADECUADA, ES DECIR, DE DIAMETRO INSUFICIENTE O PRESENTA CURVAS DE RADIO DEMASIADO PEQUEÑO, CAMBIOS BRUSCOS EN SU SECCION, ASI COMO LA UNION DE VARIOS TUBOS MAL SOLDADOS ETC.

SI SE TIENE PRESENTE QUE LA OPERACION DE CARGA DEL CUBILOTE SE REALIZA DESDE LO ALTO, ES DECIR, INTRODUCIENDO LAS CARGAS ALTERNADAS DE CARBON, FUNDENTE Y LA CHATARRA CON EL PROPOSITO DE MANTENERLO LLENO HASTA LA BOCA DE CARGA, E INSULFANDO A TRAVES DE LAS TOBERAS LA CANTIDAD DE AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTION. ES OBVIO QUE, DENTRO DE DETERMINADO RANGO, VARIANDO LA CANTIDAD DEL AIRE INSULFADO SE VARIARA LA CANTIDAD DE COQUE QUEMADO EN LA UNIDAD DE TIEMPO, Y POR CONSECUENCIA, LA CANTIDAD DE FUNDICION OBTENIDA Y LA TEMPERATURA DE ESTA ULTIMA.

ANALISIS QUE PROVIENE DE LA INSTALACION DE EL VENTILADOR.

- 1) EL VENTILADOR DEBERA SER INSTALADO PROXIMO AL CUBILOTE EN UN LOCAL QUE ESTA AUNADO, NO TENIENDO COMUNICACION DIRECTA CON EL AMBIENTE POLVORIENTO DE LA FUNDICION.
- 2) EL VENTILADOR DEBERA SER INSTALADO AL MISMO NIVEL DE LA CAMARA DE VIENTO, DE TAL FORMA QUE LA CONDUCCION ESTE SOBRE UN SOLO PLANO HORIZONTAL.
- 3) EL MEDIO QUE SERVIRA PARA LA CONDUCCION SERA DE SECCION CIRCULAR Y DE DIAMETRO TAL, QUE LA VELOCIDAD DEL FLUJO DE AIRE NO ES MAYOR DE 15 M/SEG.
- 4) LAS DIFERENTES UNIONES QUE SE REALICEN DEBERAN EFECTUAR SE CON TORNILLOS, DE TAL FORMA QUE SE ASEGURE UN FACIL-

DESMONTAJE PARA SU LIMPIEZA INTERIOR PERIODICA.

5) ENTRE LA MAQUINA SOPLANTE Y EL CUBILOTE SE INSTALARA EN UNA PARTE RECTA A $1\frac{1}{4}$ VECES EL DIAMETRO, EL MEDIDOR QUE SERVIRA PARA LA CARGA DE VIENTO, ASI MISMO UN MANOMETRO PARALA MEDICION DE LA PRESION.

6) EL MEDIO DE CONDUCCION SERA UNIDO TANGENCIALMENTE A LA CAMARA DE VIENTO DE TAL FORMA , QUE AL PENETRAR EL AIRE, NO CHOQUE CON NINGUNA PARED, SIENDO ESTE OBLIGADO - A DISTRIBUIRSE CIRCULARMENTE DE MODO UNIFORME EN LA CAMARA DE VIENTO.

EQUIPO DE CONTROL DE SOPLO.- YA SE HABLO DEL EQUIPO DE - SOPLO, NOTANDO EN ESTE SU IMPORTANCIA QUE TIENE PARA LLE - VAR A CABO LA OPERACION EFICIENTE DEL CUBILOTE, NO OBSTAN - TE SE HA OMITIDO EL CONTROL DE ESTE EQUIPO UTILIZADO PARA EL AIRE DE SOPLO.

EL CONTROL QUE SE TIENE EN EL SUMINISTRO DEL AIRE PUEDE - REALIZARSE POR MEDIO DE UNA SERIE DE INDICADORES COMO RE - GISTRADORES DE PRESION, VOLUMEN Y PESO RESPECTIVAMENTE.

LOS INDICADORES DE PRESION.- Es EL EQUIPO QUE TIENE LA - CARACTERISTICA DE MEDIR LA PRESION EXISTENTE EN LA CAJA DE VIENTO Y PUEDEN SER USADOS EN LOS SIGUIENTES TIPOS:

- TIPO DE COLUMNA DE MERCURIO
- TIPO DE DIAFRAGMA
- TIPO REGISTRADOR

SI EN LUGAR DE HACER EL CONTROL POR PRESION SE HACE POR VOLUMEN DE AIRE, SE HARA POR MEDIO DE LOS ELEMENTOS PRIMARIOS DE MEDICION QUE SE USAN EN CONTROLAR EL VOLUMEN DE AIRE, ESTOS ELEMENTOS DE MEDICION SON: EL TUBO VENTURI Y EL TUBO PITOT.

YA CON ESTE CONTROL SE VE UNA NOTABLE MEJORIA EN LA OPERACION DEL CUBILOTE, SIN EMBARGO, SI SE TIENE EL CONTROL DE LA VALVULA MANUALMENTE ESTA MEJORIA NO ES NOTORIA, POR LO QUE SE HACE INDISPENSABLE DE UN CONTROL AUTOMATICO DE DI-CHAS VALVULAS.

EL CONTROL DE AIRE POR PESO.- EN PRINCIPIO DE CONTROL SE BASA SOBRE EL VOLUMEN DE AIRE DETERMINADO POR UN ORIFICIO O POR UN TUBO VENTURI.

EL CONTROL EN SI, CONSISTE EN HACER ACCIONAR UNA VALVULA - QUE SE CONTROLA NEUMATICAMENTE, DE TAL FORMA DE MANTENER - EL FLUJO PREDETERMINADO EN PESO DE OXIGENO SUMINISTRADO AL CUBILOTE.

ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE DE SOPLO.- SI BIEN EL CUBILOTE FUNCIONA REGULARMENTE CON SUMINISTRO DE AIRE A TEMPERA-

TURA AMBIENTE, PUEDE SIN EMBARGO APRECIARSE QUE SE CONSIGUE, SI ESE AIRE DE SOPLO SE PRECALENTARA A UNA DETERMINADA TEMPERATURA.

EN PRIMER INSTANCIA SE VERIA AFECTADO POR UN AUMENTO EN SU EFICIENCIA COMO EN SU COMBUSTION.

EL AUMENTO EN SU EFICIENCIA RESULTA EN EL CONSUMO DE MENOS COQUE PARA PRODUCIR UNA CANTIDAD DADA DE METAL FUNDIDO A UNA CIERTA TEMPERATURA DADA; QUE SI SE UTILIZARA AIRE A LA TEMPERATURA AMBIENTE PARA PRODUCIR ESA MISMA CANTIDAD DE METAL FUNDIDO Y TEMPERATURA DADA.

INCLUYE OTRAS VENTAJAS ADEMAS DE LA YA DESCRITA, MENOS ABSORCION DE AZUFRE, PERDIDAS MENORES DE SILICIO, HIERRO, Y MANGANESO DEBIDOS A LA OXIDACION, Y MENOR CONSUMO DE FUNDENTE Y REFRACTARIO.

ES DE APRECIARSE QUE A UN AUMENTO DE TEMPERATURA EN LA OPERACION DE FUSION SE TENGA UNA MAYOR ABSORCION DE CARBON, DANDO COMO CONSECUENCIA EL USO DE CHATARRA DE MAS BAJO CARBON, Y A MENUDO REPRESENTA ECONOMIA EN EL COSTO DE LA CARGA.

LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE DE COMBUSTION EN EL CUBILOTE SE RESUMEN A SOLAMENTE DOS TIPOS:

- EL TIPO RECUPERATIVO

TURA AMBIENTE, PUEDE SIN EMBARGO APRECIARSE QUE SE CONSIGUE, SI ESE AIRE DE SOPLO SE PRECALENTARA A UNA DETERMINADA TEMPERATURA.

EN PRIMER INSTANCIA SE VERIA AFECTADO POR UN AUMENTO EN SU EFICIENCIA COMO EN SU COMBUSTION.

EL AUMENTO EN SU EFICIENCIA RESULTA EN EL CONSUMO DE MENOS COQUE PARA PRODUCIR UNA CANTIDAD DADA DE METAL FUNDIDO A UNA CIERTA TEMPERATURA DADA; QUE SI SE UTILIZARA AIRE A LA TEMPERATURA AMBIENTE PARA PRODUCIR ESA MISMA CANTIDAD DE METAL FUNDIDO Y TEMPERATURA DADA.

INCLUYE OTRAS VENTAJAS ADEMAS DE LA YA DESCRITA, MENOS ABSORCION DE AZUFRE, PERDIDAS MENORES DE SILICIO, HIERRO, Y MANGANESO DEBIDOS A LA OXIDACION, Y MENOR CONSUMO DE FUNDENTE Y REFRACTARIO.

ES DE APRECIARSE QUE A UN AUMENTO DE TEMPERATURA EN LA OPERACION DE FUSION SE TENGA UNA MAYOR ABSORCION DE CARBON, DANDO COMO CONSECUENCIA EL USO DE CHATARRA DE MAS BAJO CARBON, Y A MENUDO REPRESENTA ECONOMIA EN EL COSTO DE LA CARGA.

LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE DE COMBUSTION EN EL CUBILOTE SE RESUMEN A SOLAMENTE DOS TIPOS:

- EL TIPO RECUPERATIVO

- EL TIPO DE CALENTAMIENTO EXTERNO

EL TIPO RECUPERATIVO APROVECHA EL CALOR SENSIBLE Y POTENCIA DE LOS GASES DE ESCAPE.

EL TIPO DE CALENTAMIENTO EXTERNO, NO HACE USO DE NINGUN PRODUCTO DE COMBUSTION DEL CUBILOTE COMO COMBUSTIBLE, EN DICHO CASO UTILIZA CARBON, PETROLEO O GAS INDEPENDIENTE.

EN GENERAL EXISTE UN GRAN NUMERO DE DISEÑOS PARA PROPORCIONAR EL AIRE EN LAS CONDICIONES QUE SE QUIERAN.

C A P I T U L O I I I

COMBUSTION

UNA VEZ MAS SE HARA REFERENCIA DE QUE EL OBJETIVO PRIMOR -
DIAL EN LA OPERACION DEL CUBILOTE ES EL DE PRODUCIR HIERRO
FUNDIDO DE UNA DETERMINADA COMPOSICION Y TEMPERATURA, CON
UN CIERTO REGIMEN DEFINIDO, Y EN SU FORMA MAS ECONOMICA, -
PARA LLEVAR A CABO ESTA OPERACION SE PONDRAN LOS MATERIA -
LES SOLIDOS EN CONTACTO CON UNA CORRIENTE DE GASES PRODUC-
TO DE LA COMBUSTION. ES DE UNA IMPORTANCIA CONSIDERAR --
QUE LAS PROPIEDADES DEL METAL NO SOLAMENTE SE VEN AFECTA -
DAS POR LA PROPIA COMPOSICION QUIMICA, SINO QUE TAMBIEN LO
ESTA POR LA ATMOSFERA GASEOSA QUE ESTA EN CONTACTO CON EL
HIERRO FUNDIDO EN EL CUBILOTE, BIEN SEA DE CARACTER OXIDAN
TE O REDUCTORA. ESTO NOS DA UNA IDEA DE EL CONTROL QUE SE
TIENE QUE EJERCER SOBRE EL PROCESO DE COMBUSTION EN EL CU-
BILOTE PARA LA PRODUCCION DE PIEZAS VACIADAS DE ALTA CALI-
DAD.

ES DE ESPERARSE QUE EL CUBILOTE TENGA VARIAS ZONAS DE REA-
CCION, POR LA FORMA DE SU OPERACION EN EL INTERIOR DEL CU-
BILOTE, Y QUE EL RELATIVO GRADO DE CONTROL EJERCIDO SOBRE
ESTAS REACCIONES, GOBIERNAN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL.

ZONAS EN EL CUBILOTE.- LOS GASES DEL CUBILOTE, EN SUS -
DIFERENTES NIVELES, CONSISTEN PRINCIPALMENTE DE BIXIDO -
DE CARBONO, MONOXIDO DE CARBONO Y NITROGENO, CON CANTIDA-
DES VARIABLES DE AGUA E HIDROGENO, DEPENDIENDO DE LA HUME

DAD DEL AIRE SOPLADO. PODEMOS DISTINGUIR AQUI QUE BIOXIDO DE CARBONO, OXIGENO Y EL VAPOR DE AGUA SON OXIDANTES, MIEN TRAS QUE EL MONOXIDO DE CARBONO Y EL HIDROGENO SON REDUCTO RES. EL NITROGENO ES UN GAS INERTE, Y SU PRINCIPAL PAPEL ES EL DE SERVIR COMO MEDIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

AL EXAMINAR LAS CONDICIONES EN EL INTERIOR DEL CUBILOTE, - SE ENCONTRO QUE EXISTEN CUATRO ZONAS DEFINIDAS, ESTAS SON DE ARRIBA HACIA BAJO:

- ZONA DE PRECALENTAMIENTO
- ZONA DE FUSION
- ZONA DE REDUCCION
- ZONA DE OXIDACION

ZONA DE PRECALENTAMIENTO.- LA PRINCIPAL FUNCION DE ESTA SECCION DEL CUBILOTE QUE ESTA LOCALIZADA ARRIBA DE LA ZONA DE FUSION, ES EL DE SERVIR COMO CAMBIADOR DE CALOR EN EL - QUE SE RECUPERA EL CALOR QUE NO SE HA UTILIZADO EN ETAPAS- ANTERIORES A EL POR UN CAMBIO DE CALOR DIRECTO ENTRE LOS - GASES QUE VIAJAN HACIA ARRIBA Y LAS CARGAS QUE DESCIENDEN JUNTO CON EL COMBUSTIBLE (COQUE).

UNA DE LAS DOS REACCIONES QUE PUEDEN SER FAVORABLES EN ESTA ZONA ES LA DESCOMPOSICION CATALITICA DEL MONOXIDO DE -- CARBONO, PARA DEPOSITAR CARBON, DEBIDA A LA INVERSION DE - DE LA SIGUIENTE REACCION.



EL REGIMEN DE ESTA REACCION ES DESPRECIABLE ABAJO DE 482°C, Y ARRIBA DE UNOS 650°C EL EQUILIBRIO ES DESFAVORABLE. SIN EMBARGO, A UNOS 450°C LA REACCION ES BASTANTE RAPIDA EN LA PRESENCIA DE UNA SUPERFICIE CATALITICA TAL COMO EL CARBON O LOS OXIDOS DE HIERRO.

EL PRINCIPAL EFECTO DE ESTA REACCION ES EL CAMBIO DE LA RELACION DE MONOXIDO DE CARBONO/BIOXIDO DE CARBONO EN LOS GASES DE ESCAPE Y EL AUMENTO RESPECTIVO LIGERAMENTE DE LA TEMPERATURA DE DESCARGA DEL GAS. LA OTRA REACCION QUE PUEDE SER POSIBLE DE EFECTUARSE ES LA ABSORCION DE AZUFRE POR EL METAL SOLIDO, DEBIDO A LOS COMPUESTOS DE AZUFRE PRESENTES EN EL GAS. NO SE CONOCE CON EXACTITUD LA QUIMICA DE LA REACCION, DEBIDO A LA ESCASA INFORMACION QUE SE TIENE SOBRE LA NATURALEZA Y DISTRIBUCION DE LOS GASES QUE CONTIENEN AZUFRE A DIFERENTES NIVELES EN EL CUBILOTE.

SE SABE, QUE EL ACERO ABSORBE AZUFRE, POCO DESPUES DE SU INTRODUCCION EN EL CUBILOTE, PERO PARTE DE ESE AZUFRE LO PIERDE A MEDIDA QUE ENTRA A LA ZONA DE FUSION.

ZONA DE FUSION.- A MEDIDA QUE LA CARGA VA DESCENDIENDO, ESTA SE VA PRECALENTANDO HASTA ADQUIRIR UNA TEMPERATURA MUY CERCANA A LA DE FUSION, AL MOMENTO DE ENTRAR A LA PRO-

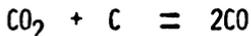
PIAMENTE DICHA ZONA DE FUSION.

ES DE MUCHA IMPORTANCIA ESTA ZONA YA QUE AQUI ES DONDE SE LLEVA A CABO LA REACCION DE CAMBIO DE FASE, ES DECIR, DEL ESTADO SOLIDO AL ESTADO LIQUIDO. ES POSIBLE QUE DEBIDO A ESTE CAMBIO EN ESTA ZONA Y A SU ALTA TEMPERATURA AL ENTRAR EN CONTACTO EL METAL FUNDIDO QUE ES BAJO EN CARBON, CON EL CARBON O GRAFITO ESTE SE CARBURE.

LA REACCION ES, PROBABLEMENTE:



ZONA DE REDUCCION.- SE PUEDE DECIR QUE ESTA ZONA ESTA LOCALIZADA ENTRE LA ZONA DE FUSION POR SU PARTE ALTA Y POR LA PARTE BAJA ESTA LIMITADA POR LA ZONA DE COMBUSTION. EN ESTA ZONA SE LLEVA A CABO LA REACCION Y CONSIDERADA COMO PRINCIPAL ES, LA COMBINACION DE BIXIDO DE CARBONO CON EL COMBUSTIBLE PARA FORMAR MONOXIDO DE CARBONO. SEGUN LA REACCION.



ADEMAS TAMBIEN SE LLEVA A CABO AQUI LA REACCION DEL VAPOR DE AGUA PRESENTE EN EL AIRE DE SOPLO PARA PRODUCIR MONOXIDO DE CARBONO E HIDROGENO. ES EN ESTA ZONA EN DONDE LA REACCION ENTRE EL COMBUSTIBLE Y LOS GASES Y CHATARRA SE LLEVA A CABO, Y VA A ESTAR DETERMINADA POR LOS MECANISMOS DE DIFUSION DE UN GAS EN SOLIDOS Y POR TRANSPORTE DE MASA.

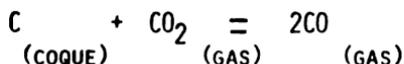
LA REACCION VA A ESTAR CONTROLADA POR EL TRANSPORTE DE MASA CUANDO SE ESTE EN EL RANGO DE TEMPERATURA MAYOR DE -- 1480°C, Y VA A ESTAR CONTROLADA LA REACCION POR DIFUSION, CUANDO LA TEMPERATURA ESTE ENTRE 1480°C Y LA TEMPERATURA - DE FUSION DEL METAL.

ES DE ESPERARSE QUE CON LOS CAMBIOS DEBIDOS A LA REACCION - A QUE ESTA EXPUESTO EL COMBUSTIBLE, ESTE SE VE AFECTADO -- POR UNA REDUCCION EN SU TAMAÑO.

PODEMOS DECIR EN GENERAL QUE SI TENEMOS UN BUEN CONOCIMIEN - TO Y CONTROL DE QUIEN GOBIERNA LA VELOCIDAD DE REACCION EN ESTA ZONA, OBTENDREMOS UN METAL DE MEJORES PROPIEDADES.

ZONA DE OXIDACION.- EN ESTA ZONA LA REACCION PRINCIPAL - QUE SE LLEVA A CABO ES LA COMBINACION DEL OXIGENO CON EL - COMBUSTIBLE. SUS LIMITES PRACTICOS SON JUNTO A LA ENTRA - DA DEL AIRE Y EL NIVEL EN DONDE LA CONCENTRACION DEL OXIGE - NO SE REDUCE AL 1% O MENOS. ESTA REDUCCION EN LA CONCEN - TRACION DEL OXIGENO NOS DICE QUE CANTIDAD DE BIOXIDO DE - CARBONO SE TIENE EN ESE NIVEL (GENERALMENTE ESTA ENTRE -- (14 Y 18%) Y A SU VEZ INDICA EL NIVEL DE LA MAXIMA TEMPERA - TURA EN EL CUBILOTE (ESTA ES ENTRE (1540°C - 1870°C).

ES EN ESTA ZONA DONDE COMIENZA LA SIGUIENTE REACCION:

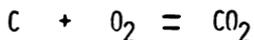


TODAS LAS REACCIONES EN ESTA ZONA ESTAN CONTROLADAS PRIMORDIALMENTE POR EL TRANSPORTE DE MASA Y SON POR LO TANTO, - ESCENCIALMENTE INDEPENDIENTES DE LA REACTIVIDAD, COMBUSTIBILIDAD, SUPERFICIE INTERNA O IGNICION DEL COMBUSTIBLE.

LAS VELOCIDADES DE REACCIONES QUE OCURREN EN ESTA ZONA DEPENDEN PRINCIPALMENTE DE LA SUPERFICIE DEL COMBUSTIBLE, - QUE ES APROXIMADAMENTE PROPORCIONAL AL DIAMETRO PROMEDIO - DE LOS TROZOS DE LA CARGA.

POR LO TANTO, AL INTRODUCIR MATERIAL DE FORMAS IRREGULARES COMO EL COQUE, HABRA UN ABATIMIENTO DE TEMPERATURA, SE OBSERVO QUE PARA UN MISMO VOLUMEN DE AIRE LA TEMPERATURA DECRECE EN 75°C PARA UN CAMBIO EN TAMAÑO DE 5 - 8 CM. DE Ø.

ELEMENTOS QUE MODIFICAN LA COMBUSTION.- CON OBJETO DE - QUE SE REALIZE LA COMBUSTION, DEBERA ESTABLECERSE UN CONTACTO ENTRE EL CARBONO Y EL OXIGENO. UNA VEZ QUE OCURRA - ESTE CONTACTO COMO UNICA CONDICION PARA QUE SE EFECTUE LA REACCION QUE RESULTA EN BIXIDO DE CARBONO, ES DECIR, ACORDE A LA SIGUIENTE REACCION:



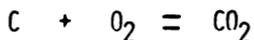
LA NATURALEZA EXOTERMICA DE ESTA REACCION RESULTA EN LA LIBERACION DE GRANDES CANTIDADES DE CALOR NECESARIAS PARA LA OPERACION DEL CUBILOTE.

TODAS LAS REACCIONES EN ESTA ZONA ESTAN CONTROLADAS PRIMORDIALMENTE POR EL TRANSPORTE DE MASA Y SON POR LO TANTO, -
ESSENCIALMENTE INDEPENDIENTES DE LA REACTIVIDAD, COMBUSTIBILIDAD, SUPERFICIE INTERNA O IGNICION DEL COMBUSTIBLE.

LAS VELOCIDADES DE REACCIONES QUE OCURREN EN ESTA ZONA DEPENDEN PRINCIPALMENTE DE LA SUPERFICIE DEL COMBUSTIBLE, -
QUE ES APROXIMADAMENTE PROPORCIONAL AL DIAMETRO PROMEDIO -
DE LOS TROZOS DE LA CARGA.

POR LO TANTO, AL INTRODUCIR MATERIAL DE FORMAS IRREGULARES COMO EL COQUE, HABRA UN ABATIMIENTO DE TEMPERATURA, SE OBSERVO QUE PARA UN MISMO VOLUMEN DE AIRE LA TEMPERATURA DECRECE EN 75°C PARA UN CAMBIO EN TAMAÑO DE 5 - 8 CM. DE Ø.

ELEMENTOS QUE MODIFICAN LA COMBUSTION.- CON OBJETO DE -
QUE SE REALIZE LA COMBUSTION, DEBERA ESTABLECERSE UN CONTACTO ENTRE EL CARBONO Y EL OXIGENO. UNA VEZ QUE OCURRA -
ESTE CONTACTO COMO UNICA CONDICION PARA QUE SE EFECTUE LA REACCION QUE RESULTA EN BIXIDO DE CARBONO, ES DECIR, ACORDE A LA SIGUIENTE REACCION:



LA NATURALEZA EXOTERMICA DE ESTA REACCION RESULTA EN LA LIBERACION DE GRANDES CANTIDADES DE CALOR NECESARIAS PARA LA OPERACION DEL CUBILOTE.

EN UN PRINCIPIO LA VELOCIDAD DE REACCION VA A ESTAR CONTROLADA POR LA REACCION QUIMICA, PERO A MEDIDA QUE SE ESTE LIBERANDO MAS CALOR Y POR LO CONSIGUIENTE SE TENGA UN AUMENTO EN LA TEMPERATURA, LA VELOCIDAD DE REACCION AUMENTA Y DEPENDE CADA VEZ MAS DE LOS FACTORES FISICOS INVOLUCRADOS. POR EJEMPLO, LA INFLUENCIA QUE SE TIENE EN RELACION A LA VARIACION DEL TAMAÑO DE COQUE, ES DECIR, CUANTO MAS PEQUEÑO SEA EL COQUE, SE LOGRA UNA MAYOR SUPERFICIE DE CARBON REACTIVO, UTILIZANDO UN TIEMPO MENOR PARA UN AUMENTO EN LA TEMPERATURA.

POR CONSIGUIENTE, UN COQUE MAS PEQUEÑO ACELERA LA VELOCIDAD DE REACCION. DEL MISMO MODO, UN AUMENTO EN LA VELOCIDAD DEL AIRE DA COMO CONSECUENCIA UN DESCENSO DE LA TEMPERATURA, A CAUSA DEL EFECTO DE ENFRIAMIENTO SOBRE EL COQUE, DANDO COMO RESULTADO UN DECAIMIENTO EN LA VELOCIDAD DE REACCION.

LAS CONDICIONES QUE AFECTAN LA REACCION DEL MONOXIDO DE CARBONO, ESTAN GOBERNADAS POR VARIABLES SIMILARES, EN GRAN PARTE SE VE AFECTADA POR FACTORES FISICOS IMPERANTES, COMO SON, VELOCIDADES DE REACCION MUY RAPIDAS EN LA ZONA DE TEMPERATURA ALTA, LA NATURALEZA ENDOTERMICA DE ESTA REACCION, TRANSFERENCIA DE CALOR A LA CARGA QUE ESTA DESCENDIENDO, ESTA ULTIMA TRAE COMO CONSECUENCIA UN DESCENSO DE LA TEMPERATURA, Y POR CONSIGUIENTE, LA VELOCIDAD DE REACCION, HASTA LLEGAR A UN PUNTO DONDE CESA LA REACCION.

EN VISTA DEL CARACTER OXIDANTE Y LIBERACION DE CALOR DEBIDOS A LA REACCION DEL BIXIDO DE CARBONO, Y DE LA NATURALEZA REDUCTORA Y ABSORCION DE CALOR DEBIDAS A LA REACCION DE MONOXIDO DE CARBONO, RESULTA EVIDENTE QUE EL CONTROL QUE SE TENGA EN TALES FACTORES COMO SON: REGIMEN DE FUSION, TEMPERATURA, PERDIDAS METALICAS, CARBONO, ETC., DEPENDE EN GRAN PARTE DE LA HABILIDAD QUE SE TENGA PARA CONTROLAR LAS AREAS DEL INTERIOR DEL CUBILOTE, EN DONDE SE LLEVARAN A EFECTO ESTAS REACCIONES.

UN INDICADOR IMPORTANTE EN LAS CONDICIONES EN EL INTERIOR DEL CUBILOTE, ES LA COMPOSICION DE LOS GASES, POR EJEMPLO LA RELACION:



YA ESTABLECIDA LA FORMA DE COMO REACCIONAN ENTRE SI EL CARBONO Y EL OXIGENO EN EL CUBILOTE, PUEDE ESTABLECERSE QUE, SOBRE LA BASE DE UNA REACCION HIERRO-COQUE-AIRE EN EQUILIBRIO INICIALMENTE Y SE VEA AFECTADO EN LA SIGUIENTE FORMA:

- EN UN AUMENTO DE AIRE CON UNA MISMA RELACION DE COQUE, SE TIENE UNA RELACION DE GASES MONOXIDO DE CARBONO : BIXIDO DE CARBONO MENOR, SE TIENE UN AUMENTO EN EL REGIMEN DE FUSION, OBTENIENDOSE METAL FRIO.
- EN UN AUMENTO EN EL COQUE PERMANECIENDO EL VOLUMEN DE AIRE CONSTANTE, SE TIENE UNA RELACION DE MONOXIDO DE

CARBONO : BIOXIDO DE CARBONO ALTA, DISMINUYE EL REGIMEN DE FUSION, PERO SE OBTIENE METAL CALIENTE.

- DISMINUCION DEL TAMAÑO DE COQUE CON UNA RELACION CONSTANTE DE COQUE A AIRE, DA COMO RESULTADO EN UN AUMENTO EN LA RELACION DE MONOXIDO DE CARBONO : BIOXIDO DE CARBONO, AUMENTA EL REGIMEN DE FUSION, PERO SE OBTIENE METAL MAS FRIO.
- AUMENTO EN LA TEMPERATURA DEL AIRE MANTENIENDOSE CONSTANTE LA RELACION AIRE A COQUE, SE VE FAVORECIDO EN UN AUMENTO EN LA RELACION MONOXIDO DE CARBONO : BIOXIDO DE CARBONO, EN AUMENTO EN EL REGIMEN DE FUSION, Y OBTENIENDOSE METAL MAS CALIENTE.

CONTROL DE COMBUSTION.- YA QUE NO ES POSIBLE OBSERVAR -- LAS CONDICIONES QUE EXISTEN EN EL INTERIOR DEL CUBILOTE Y ASI PODER DETECTAR LA NECESIDAD DE CORRECCIONES EN VOLUMEN DE AIRE O EN LAS CARGAS HASTA QUE LAS CONDICIONES SE VEAN MODIFICADAS HASTA EL PUNTO EN QUE RESULTA AFECTADA LA CALIDAD DEL HIERRO FUNDIDO.

SIN EMBARGO, ES POSIBLE OBTENER INFORMACION A PARTIR DEL ANALISIS DE LOS GASES DE ESCAPE.

YA SE DISCUTIO, QUE EL CALOR REQUERIDO PARA PRECALENTAR, FUNDIR Y SOBRECALENTAR EL METAL ES APORTADO POR LA COMBUS-

TION DEL COMBUSTIBLE. PARTE DE ESE CALOR SE ELIMINA EN EL CUBILOTE, COMO RESULTADO DE SER REDUCIDO EL BIOXIDO DE CARBONO A MONOXIDO DE CARBONO EN LA ZONA DE REDUCCION SEGUN LA SIGUIENTE REACCION.



ESTA REACCION ESTABLECE QUE CUANTO MAS BAJO SEA EL PORCENTAJE DE BIOXIDO DE CARBONO CONVERTIDO, MAYOR SERA LA CANTIDAD DE CALOR DISPONIBLE PARA USO EFECTIVO.

DENTRO DE CIERTAS LIMITACIONES, LA EFICIENCIA DE LA COMBUSTION ESTA DIRECTAMENTE RELACIONADA CON EL CONTENIDO DE BIOXIDO DE CARBONO DE LOS GASES DE ESCAPE. DE AQUI SE DESPRENDE QUE EL CONTENIDO DE BIOXIDO DE CARBONO EN LOS GASES DE ESCAPE PUEDA SER CONSIDERADO, COMO UNA INDICACION LO SUFICIENTEMENTE REPRESENTATIVA DE LA CAMA DE COQUE.

ASIMISMO, LA COMPOSICION DE LOS GASES SIRVE PARA INDICAR EL CARACTER OXIDANTE O REDUCTOR DE LA ATMOSFERA A LA QUE ESTA SUJETO EL METAL FUNDIDO. COMO EL CARACTER DE LA ATMOSFERA TIENE UNA MARCADA INFLUENCIA SOBRE LA COMPOSICION Y PROPIEDADES DEL METAL PUEDE SER DE MAXIMA AYUDA EN LA INTERPRETACION CORRECTA DE LOS DATOS OBTENIDOS POR EL ANALISIS DE GASES.

SIN EMBARGO, SE HACE INCAPIE EN QUE LA INTERPRETACION BASA DA SOBRE LA COMPOSICION DE LOS GASES DE ESCAPE PARA UN DETERMINADO COMBUSTIBLE O PARA UN GRUPO DE CONDICIONES DE -- OPERACION NO ES SIEMPRE TRADUCIBLE A RESULTADOS QUE PUEDAN ESPERARSE DE OTROS COMBUSTIBLES O GRUPO DE CONDICIONES DE OPERACION. ASI POR EJEMPLO, SI SE REALIZARA UN ANALISIS - DE LOS GASES DE ESCAPE EN EL CUAL SE DETERMINO EL PORCENTAJE DE MONOXIDO DE CARBONO Y QUISIERA TRADUCIRSE ESTE RESULTADO A ANALISIS COMPLETO POR MEDIO DE CIERTA RELACION EXPERIMENTAL, EN LA CUAL ESTA ESTABLECIDO EL PORCENTAJE DE BIOXIDO DE CARBONO Y NITROGENO, SE PUEDEN ACARREAR ERRORES EN LA INTERPRETACION SI NO SE CONSIDERAN LOS SIGUIENTES PUNTOS:

- COMBUSTIBLE CON CONTENIDOS DE MATERIAL VOLATIL MAS ALTO QUE EL NORMAL PRODUCIRA PRODUCTOS VOLATILES QUE DILUYEN LOS GASES DE ESCAPE Y EL CONTENIDO DE BIOXIDO DE CARBONO APARECERA, POR LO TANTO, MAS BAJO QUE PARA UN COMBUSTIBLE DE BAJO CONTENIDO DE VOLATILES.

ADICIONES DE CALIZA Y OTROS CARBONATOS PRODUCIRAN BIOXIDO DE CARBONO ADICIONAL SI SON MAS ALTOS QUE LO NORMAL, Y SOLAMENTE PARTE DEL BIOXIDO DE CARBONO SERA REDUCIDO A MONOXIDO DE CARBONO. POR LO CONSIGUIENTE LOS ANALISIS DE BIOXIDO DE CARBONO DARAN UN CONTENIDO MAYOR DE LO NORMAL.

- UN ALTO CONTENIDO EN HUMEDAD EN EL AIRE DE SOPLO GENE-

RANDO HIDROGENO Y MONOXIDO DE CARBONO, INFLUYEN EN QUE DILUYEN LOS GASES DE ESCAPE CON RESPECTO A BIOXIDO DE CARBONO

- UNA REACTIVIDAD MAS ALTA DE LO NORMAL CONTINUARA REDUCIENDO BIOXIDO DE CARBONO EN LA ZONA DE PRECALENTAMIENTO Y DARA VALORES DE BIOXIDO DE CARBONO MAS BAJOS, QUE EN LO GENERAL NO SERAN REPRESENTATIVOS DE LA COMPOSICION DE LOS GASES.

FUERA DE ESTAS RESTRICCIONES, EL ANALISIS DE LOS GASES DE ESCAPE SON VALIOSOS PARA PROPOSITOS DE CONTROL, Y APLICANDO LA MODIFICACION ADECUADA EN CUANTO A INTERPRETACION SE PUEDE OBTENER UTILIDAD EN LA COMPARACION DE DIFERENTES COMBUSTIBLES O LOS EFECTOS DE CONDICIONES DE OPERACIONES ALTERNADAS.

FUNCION DE LOS FUNDENTES EMPLEADOS EN EL CUBILOTE.- CONSIDERANDO A EL CUBILOTE EN OPERACION Y PRODUCTO DE LAS REACCIONES EN SUS DIFERENTES ZONAS, TIENE LUGAR LA FORMACION DE ESCORIA QUE PUEDE TENER SU ORIGEN A PARTIR DEL REFRACTARIO, CENIZAS DEL COQUE, TIERRA Y ARENA QUE SON INTRODUCIDAS EN LA CARGA. LA NATURALEZA PROPIA DE ESTA ESCORIA -- TIENDE A SER MUY VISCOSA A LA TEMPERATURA QUE FUNCIONA EL CUBILOTE, ESTO DEBIDO AL PUNTO DE FUSION TAN ELEVADO QUE TIENE EL DIOXIDO DE SILICIO QUE ES EL PRINCIPAL CONSTITUYENTE, TANTO DE LA ARENA COMO EL REFRACTARIO. ESTO HACE LA -

NECESIDAD DE ADICIONAR FUNDENTES BASICOS CON EL PROPOSITO-
DE BAJAR EL PUNTO DE FUSION DE LA ESCORIA Y AUMENTAR LA --
FLUIDEZ Y ASI PROVOCAR CIERTA FACILIDAD DE ELIMINARLA DEL
CUBILOTE.

EL HECHO DE HACER ESTA ADICION DE FUNDENTE ADECUADO Y DE -
TENER UNA BUENA FLUIDEZ EN LA ESCORIA SE INDICA COMO NECE-
SARIA PARA MANTENER UN CUBILOTE LIMPIO, OPERANDO EFICIENTE
MENTE, YA QUE UNA ESCORIA ESPESA SIN FLUIDEZ DARIA ORIGEN
A UNA BOVEDA CONTRA LAS PAREDES DEL CUBILOTE, Y A CERRAR -
LOS ESPACIOS ENTRE EL MATERIAL. ESTOS PUNTOS TIENEN COMO-
RESULTADO UNA TEMPERATURA DE HIERRO MAS BAJA, REGIMEN DE -
FUSION RETARDADO, MENOR ABSORCION DE CARBON Y MAYOR OXIDA-
CION.

TIPOS DE FUNDENTES:

- PIEDRA CALIZA (CARBONATO DE CALCIO, CaCO_3).
- CAL (OXIDO DE CALCIO, CaO)
- DOLOMITA (MgCO_3 Y CaCO_3)
- CARBONATO DE SODIO (Na_2CO_3)
- FLUORURO DE CALCIO (CaF_2)
- CARBURO DE CALCIO (CaC_2)

COMO SE PUEDE APRECIAR EN LOS DIFERENTES TIPOS DE FUNDEN -
TES EN SU MAYORIA SON DE PROCEDENCIA NATURAL, PUDIENDO TE-
NERSE BUENOS RESULTADOS, TANTO INDIVIDUALMENTE COMO SUS --

CONVINACIONES, SIN EMBARGO, ADEMAS DE SER RELATIVAMENTE BARATOS, TIENEN EL INCONVENIENTE DE QUE SE TIENEN MUCHAS IMPUREZAS, LAS CUALES DEBEN DE SER CONTROLADAS POR INDESEABLES.

PIEDRA CALIZA.- LA PIEDRA CALIZA ES UNA ROCA NATURAL BASICA QUE CONTIENE PRINCIPALMENTE CARBONATO DE CALCIO. ESTA ROCA AL IR DESCENDIENDO Y LLEGAR A LA ZONA DE PRECALENTAMIENTO DEL CUBILOTE, SE DESPRENDE BIOXIDO DE CARBONO -- (GAS) Y OXIDO DE CALCIO DE ACUERDO A LA SIGUIENTE REACCION.



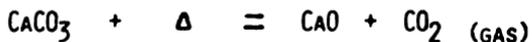
EL OXIDO DE CALCIO QUE ES EL CONSTITUYENTE ACTIVO QUE ENTRARA EN REACCION CON ALGUNAS DE LAS IMPUREZAS Y ASI FORMAR LA ESCORIA.

EL ANALISIS DE ALGUNAS PIEDRAS CALIZAS TIENEN COMO COMPOSICION PEQUEÑAS CANTIDADES DE SILICE, OXIDO DE HIERRO, ALUMINA, MAGNESIA. LA ALUMINA Y MAGNESIA NO CAUSAN NINGUN PROBLEMA, YA QUE MEJORAN LA FLUIDEZ DE LA ESCORIA. SIN EMBARGO, SI SE ENCUENTRAN CANTIDADES APRECIABLE DE SILICE COMO IMPUREZA, REDUCE EN FORMA CONSIDERABLE EL EFECTO DEL FUNDENTE, PUESTO QUE SE NECESITA MAS OXIDO DE CALCIO PARA FUNDIR EL EXCESO DE SILICE, POR LO TANTO, UNA MEDIDA PARA DECIDIR SI UNA CALIZA ES LA MAS ADECUADA PARA LA OPERACION DEL CUBILOTE, ES LA QUE TENGA MENOS DEL 2 % DE SILICE.

POR CONSIDERARSE LA SILICE UNA IMPUREZA INDESEABLE EN EL -
CUBILOTE, SE TOMARA LA PRECAUCION DE NO CONTAMINARLA CON -
ARENA O LODOS QUE PUEDEN CONTENER ESTE COMPONENTE. ESTO -
TRAE COMO RESULTADO UN BUEN MANEJO DE MATERIALES O DE ALMA
CENAMIENTO DENTRO DE LA FUNDICION.

DOLOMITA.- LA DOLOMITA ES AL IGUAL QUE LA CALIZA UNA RO-
CA, SU COMPOSICION ES UN CARBONATO DOBLE DE CALCIO Y MAGNE
SIO. SU USO DEPENDE SI EL CUBILOTE ES ACIDO O BASICO.

FUNSION DE LA DOLOMITA.- CUANDO LA DOLOMITA SE CALIENTA
A UNA TEMPERATURA DE 800°C, COMIENZA A DISOCIARSE CALCINAR
SE BIEN PARA FORMAR OXIDO DE CALCIO Y/O DE MAGNESIO - -
(CaO, MgO), DESPRENDIENDOSE ANHIDRIDO CARBONICO (CO₂) DE -
ACUERDO A LA REACCION.



LA REACCION FUNDENTE EL OXIDO DE CALCIO (CAL) CON SILICE,
DA LUGAR A LA FORMACION DE SILICATO DE CALCIO ACUERDO A LA
REACCION.



SE LLEVA A CABO ESTA REACCION SOLO DESPUES DE LA DESCOMPO-
SICION DE LA PIEDRA EN OXIDO, SU FORMA REACTIVO, Y DESPUES
DEL CONTACTO CON LA SILICE.

EN GENERAL, LA PIEDRA DOLOMITICA DEBERA TENER DETERMINADAS

CARACTERISTICAS COMO SON; POROSIDAD, ALTO EN CALCIO, SER LIGERAS EN PESO, PROPORCIONANDO CON ESTAS CARACTERISTICAS UNA FORMACION DE OXIDOS MAS RAPIDAMENTE QUE LOS TIPOS MAS DENSOS, Y POR CONSIGUIENTE EN SU FORMA CALCINADA ES MAS -- SUAVE Y DESMENUZABLE, PROVOCANDO ASI QUE DEBIDO AL PESO DE LA CARGA, ESTA SE TRITURE. ASI PUES, CON PIEDRAS MAS POROSAS Y MENOR TAMAÑO, A CAUSA DE LA MAYOR SUPERFICIE Y MAS RAPIDA DESCOMPOSICION, LA REACCION SE ELEVA MAS RAPIDAMENTE EN LAS ZONAS DE TEMPERATURA MAS ALTAS. ÉSTO NOS DA UNA IDEA DE LA IMPORTANCIA QUE TIENE EL TIPO DE PIEDRA Y TAMAÑO A LA ACCION FUNDENTE EN EL CUBILOTE, Y EN GENERAL, LAS OPERACIONES EN EL CUBILOTE.

ÉN GENERAL PODEMOS DECIR QUE EL TAMAÑO SATISFACTORIO ESTA ENTRE 5 CM. Y 2 CM.

CARBONATO DE SODIO.- EL CARBONATO DE SODIO (NaCO_3), ES UN FUNDENTE FUERTEMENTE BASICO Y GRAN LICUADOR EFECTIVO DE LA ESCORIA. SU PRINCIPAL FUNCION ES EL DE DESULFURACION Y DESFOSFORIZACION. SUSTITUYE EN PARTE LA CALIZA, YA QUE FUNDE A 815°C , POR LO TANTO SU ACCION FUNDENTE PRINCIPIA A UNA ALTURA MAYOR EN EL CUBILOTE. ÉSTE BAJO PUNTO DE FUSION SE APROVECHA PARA FUNDIR AREAS QUE SE CONOCEN CON EL NOMBRE DE (AREAS EMBANCADAS).

ESPATO FLUOR.- EL ESPATO FLUOR, ES UN FLUORURO DE CALCIO (F_2Ca), SU VALOR COMO FUNDENTE ESTA BASADO EN SUS CONTENI-

DOS DE ESPATO FLUOR.

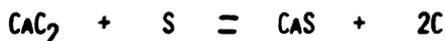
ES UN FUERTE FUNDENTE BASICO Y LICUADOR DE LA ESCORIA. FUNDE ALREDEDOR DE 1300°C , QUE ES UNA TEMPERATURA QUE PREVALECE EN UNA ZONA ARRIBA DE LA ZONA DE FUSION NORMAL DEL CUBILOTE. EN SU REACCION SE DESPRENDE GAS FLUOR, QUE ES MUY REACTIVO, TANTO CON LA SILICE COMO CON LA CAL. SE PUEDE DECIR EN GENERAL QUE LAS REACCIONES DEL ESPATO FLUOR SON MUY COMPLEJAS Y NO PUEDEN SER EXPLICADAS COMPLETAMENTE.

SUS ADICIONES EN EL CUBILOTE SON BAJAS, PUES CANTIDADES PEQUEÑAS ACELERAN LAS REACCIONES FUNDENTES, AL IGUAL QUE EL (Na_2CO_3), ACTUA SOBRE AREAS EMBANCADAS PERMITIENDO ASI UN DESCENSO UNIFORME DE LA CARGA Y ASI OBTENER UN HIERRO DE COMPOSICION HOMOGENA.

CARBURO DE CALCIO.- EL CARBURO DE CALCIO (CaC_2), COMO PARTE INTEGRANTE DE LA CARGA O CARGAS JUNTO CON LA CALIZA Y FLUOR EN CUBILOTE BASICO, ACTUAN PARA OBTENER HIERRO BAJO EN AZUFRE, ASI MISMO, UN HIERRO COMPLETAMENTE DESOXIDADO, SE HIZO ESTA COMBINACION PARA TRATAR DE OBTENER HIERRO MODULAR EN ESPECIAL, YA QUE ESTE TIPO DE HIERRO TIENE COMO CARACTERISTICA DE SER BAJO EN AZUFRE POR SU TRATAMIENTO -- POSTERIOR, PROPORCIONA A SU VEZ UNA MAYOR TEMPERATURA DEL HIERRO Y LO CARBURA PUDIENDO EMPLEARSE MATERIALES DE CARGA MAS BAJOS EN CARBONO. DADO QUE EL CARBURO HACE QUE LA ESCORIA SEA MAS BASICA, ES CONVENIENTE UTILIZAR Y REDUCIR -

LA CANTIDAD DE CALIZA SI ENTRAN EN PORCENTAJES REGULARES.

SU REACCION SE LLEVA A EFECTO EN LA ZONA DE FUSION, LA FORMA EN QUE SE LLEVA A EFECTO LA REACCION ES POR MEDIO DE -- CONTACTO ENTRE LA GOTA DE METAL FUNDIDO Y EL CARBURO, ES EN ESTE INSTANTE DONDE SE COMBINAN EL AZUFRE PRESENTE EN EL METAL Y EL CaC_2 DE ACUERDO A LA SIGUIENTE REACCION Y -- PROVOCANDO EN ESA FORMA LA DESULFURACION DEL HIERRO.



LA SEGUNDA DE LAS REACCIONES NOS MUESTRA LA FORMA EN QUE -- REACCIONA EL (CaC_2) PARA OBTENER UN HIERRO MAS DESOXIDADO.

REFRACTARIOS.- EN GENERAL ENTENDIENDO POR REFRACTARIOS -- AQUELLOS MATERIALES QUE SOPORTAN LA ACCION DE TEMPERATURAS ELEVADAS SIN ABLANDARSE EXCESIVAMENTE NI ROMPERSE.

EL USO DE ESTE REFRACTARIO EN EL CUBILOTE ES CON EL PROPOSITO DE QUE SIRVA COMO REVESTIMIENTO INTERNO PARA PODER LLEVAR A CABO LA FUNDICION DE HIERRO.

ADEMAS DE LA PRINCIPAL FUNCION DE REFRACTARIO COMO SE INDICA YA, DEBERAN CUMPLIR UNA SERIE DE CARACTERISTICAS DESCRIPATIVAS QUE SON: ABRASION, PRESION, ATAQUE QUIMICO Y -- CAMBIOS RAPIDOS DE TEMPERATURA. ES POR LO TANTO, QUE SU --

SELECCION E INSTALACION DE ESTOS REFRACTARIOS SE CONSIDERE DE IMPORTANTE PARA UNA BUENA MARCHA DEL CUBILOTE.

SI CONSIDERAMOS QUE LOS REFRACTARIOS PARA USO EN EL CUBILOTE SON DE LOS MAS SEVEROS ENCONTRADOS EN LA PRACTICA METALURGICA, Y AUN EN LAS CONDICIONES MEJOR CONTROLADAS, SERA NECESARIO REPARAR EL REVESTIMIENTO DESPUES DE HABER TERMINADO LA OPERACION DE FUSION. LA EROSION QUE SUFRE EL REFRACTARIO ES PRODUCTO DE LA ABRASION, CALOR, ESFUERZO MECANICO, Y ACTIVIDAD QUIMICA.

LA ABRASION ES PRODUCTO DEL DESLIZAMIENTO DE LA CARGA DE LOS MATERIALES QUE VAN BAJANDO CONTINUAMENTE.

EL CALOR IMPACTA EN EL REFRACTARIO AL GRADO QUE LO ABLANDECE LO SUFICIENTE PARA QUE ESTE SE CUELQUE, O INCLUSIVE HASTA QUE LLEGUE GOTEAR, Y SACARLO DE SU LUGAR. EL CALOR A SU VEZ INFLUYE EN EL ESFUERZO MECANICO A QUE SE VE SOMETIDO LOS REFRACTARIOS CUANDO ESTOS SE VEN AFECTADOS POR CAMBIOS DE CONTRACCION, EXPANSION Y A CAMBIOS RAPIDOS DEBIDOS A CHOQUE TERMICO. LA ACTIVIDAD QUIMICA SE CONSIDERA COMO LA QUE TIENE MAYOR INFLUENCIA EN LA EROSION DE LOS REFRACTARIOS, YA QUE ES IMPOSIBLE EVITAR QUE LA ESCORIA Y METAL FUNDIDO NO ESTEN EN CONTACTO INTIMO EVITANDO LA REACCION.

POR LA DISPOSICION QUE PRESENTA EL CUBILOTE Y SU SERVICIO QUE PRESTAN SE LOCALIZAN EN EL CUATRO ZONAS QUE, DISPUES-

TAS EN FORMA ASCENDENTE SON:

- **CRISOL**
- **ZONA DE FUSION**
- **ZONA DE CARGA**
- **ZONA ARRIBA DE LA PUERTA DE CARGA.**

CRISOL.- Es la parte que contendrá el metal líquido, por lo que el refractario estará en contacto con el hierro fundido, la escoria, y el coque estático, en tal forma que la erosión no es tan seria como en la zona de fusión. Por lo tanto esta zona requiere de un refractario determinado -- acorde a características determinadas como son:

TEMPERATURA, ANALISIS QUIMICO DE LA ESCORIA, CAMBIOS DE EXPANSION O CONTRACCION.

ZONA DE FUSION.- Esta zona se localiza o se extiende desde la parte superior de las toberas hasta una altura como altura tenga la cama de coque, velocidad de soplo y tipo de materiales de carga. Es la zona del cubilote que está expuesta a temperaturas más altas que cualquiera de las otras zonas. Es por lo tanto la zona más expuesta a la erosión por efectos de acción química y mecánica. Aparte de los efectos anteriores, existe un tercer efecto y es el de choque térmico producto de el roce de aire frío con el refractario sumamente caliente cuando se tira el fondo al término de la horneada. Tales efectos que recaen sobre el

REFRACTARIO EN ESTA ZONA, ES DE ESPERARSE QUE EL REFRACTARIO INSTALADO EN ESTA ZONA DE FUSION REUNA PROPIEDADES DISTINTAS A LOS REFRACTARIOS INSTALADOS EN EL CRISOL.

ZONA DE CARGA.- EL REVESTIMIENTO EN ESTA ZONA DEL CUBILOTE ESTA EXPUESTA A LOS EFECTOS DE LA ABRASION MAS QUE A ELEVADAS TEMPERATURAS O A LAS ESCORIAS. LOS IMPACTOS QUE RECIBE EL REFRACTARIO EN ESTA ZONA ADEMAS DE EL DESLIZAMIENTO DE LA CARGA HACE QUE EL REFRACTARIO EN DICHA ZONA TENGA PROPIEDADES DIFERENTES A LA ZONA DE FUSION Y CRISOL. UNA FORMA DE DARLE MAS VIDA A EL REFRACTARIO EN ESTA ZONA ES POR MEDIO DE UNA CINTA DE ACERO ENVOLVIENDOLO TOTALMENTE O, EN SU CASO SUSTITUIRLO POR BLOQUES DE HIERRO COLADO O BARRAS PLANAS DE ACERO.

ZONA ARRIBA DE LA PUERTA DE CARGA.- EL USO DE REFRACTARIO EN ESTA ZONA ES DE UNA MERA PROTECCION A LA CHAPA DE ACERO DE LOS GASES CALIENTES DE ESCAPE DEL CUBILOTE.

LA VIDA UTIL QUE PUEDE RENDIR UN REFRACTARIO EN EL REVESTIMIENTO DE UN CUBILOTE, DEPENDERA DE LA ACCION A QUE SEAN ESTOS SOMETIDOS. EL EXITO DE UNA MAYOR VIDA DE ESTOS REFRACTARIOS ESTA LIGADA EN GRAN PARTE A LA BUENA CONDUCCION EN LA OPERACION DE FUSION.

DESARROLLO DE LA FUSION.- LA PREPARACION A QUE SE SOMETE EL CUBILOTE ANTES DE DAR INICIO A LA OPERACION DE FUSION -

ES.

- A.- **ACONDICIONAR LA ZONA DE FUSION, ES DECIR, PARCHAR EL REFRACTARIO QUE SE HA DAÑADO (SI SE TRATA DE UN CUBILOTE QUE TIENE MAS DE UNA OPERACION), EN CAMBIO SI SE TIENE UN CUBILOTE QUE SEA SU PRIMERA FUSION NO REQUERIRA DE ESTE ACONDICIONAMIENTO.**
- B.- **LEVANTAR LA TAPA DE FONDO, APUNTANDOLA POR SU PARTE-CENTRAL, EN LA FORMA QUE YA SE VIO ANTERIORMENTE, YA DISPUESTA EN ESA FORMA SE PROCEDERA A RELLENAR CON ARENA DE MOLDEO CON UN 5 % DE HUMEDAD APROXIMADAMENTE, EN TAL FORMA QUE SEA EL SUFICIENTE VOLUMEN COMO PARA DEJAR UN ESPESOR DE 4 PULGADAS BIEN APISONADA A LA QUE POSTERIORMENTE SE LE DARA UN PEQUEÑO DECLIVE EN DIRECCION DE LA BOCA DE SANGRIA DESDE LA PARTE EXTERIOR.**

TENIENDO EL CUBILOTE DISPUESTO EN ESTA FORMA SE ENCUENTRA LISTO PARA PONERSE EN MARCHA INTRODUCIENDO EN EL LEÑA O MADERA EN TROZOS DEBIDAMENTE SECOS, SEGUIDA DE ESTA OPERACION, SE HACE PASAR UNAS BARRAS POR MEDIO DE LAS TOBERAS QUE TIENEN COMO FUNCION DE SOPORTAR LA CARGA SIGUIENTE Y QUE ES LA DEL COQUE, PARA QUE NO CAIGA DE GOLPE AL FONDO Y NO ARRASTRE A LA MADERA, ESTE COQUE FORMARA LO QUE SE CONOCE COMO LA CAMA Y LA CANTIDAD SERA LA CALCULADA.

TODA ESTA OPERACION SE DESARROLLA TENIENDO LA BOCA DE SANGRIA ABIERTA, ESCORIADOR Y TOBERAS.

COMO PASO SIGUIENTE SE PROCEDERA A ENCENDER LA LEÑA, QUE PROPORCIONARA EL PRIMER CALOR A EL COQUE PARA LLEVAR LA COMBUSTION, EL TIEMPO QUE TARDA BAJO ESTE SEGUIMIENTO ES DE UNA HORA APROXIMADAMENTE. SI SE OBSERVA QUE LA CAMA NO HA ENCENDIDO EN UN 100%, EN ESTE TIEMPO SE PROCEDERA A CERRAR LAS TOBERAS, BOCA DE SANGRIA Y ESCORIADO, MANDANDO AIRE PARA ASI AYUDAR A COMPLETAR EL ENCENDIDO, PUDIENDO EFECTUARSE LA PRIMERA CARGA DE CHATARRA, SEGUIDA DE INTERVALOS DE 15 MIN. DE OTRA DE CARBON, FUNDENTE Y CHATARRA HASTA LA ALTURA DE LA BOCA DE CARGA.

SI EL CUBILOTE FUNCIONA REGULARMENTE EN UN TIEMPO DE 10 MINUTOS APARECERAN LAS PRIMERAS GOTAS DE FUNDICION DE HIERRO POR LA BOCA DE SANGRIA (QUE SE HA DEJADO ABIERTA Y QUE DESPUES DE DEJAR TIRAR HIERRO POR UNOS 3 O 4 MINUTOS SE CIERRA CON TAPON DE ARCILLA).

LA ESCORIA QUE SE SEPARA DEL METAL POR SER MAS FLUIDAS Y LIVIANAS Y AL SALIR POR EL ESCORIADOR, ADVIERTEN AL FUNDIDOR QUE EL CRISOL ESTA LLENO.

EN ESE INSTANTE EL FUNDIDOR ENCARGADO DEL PROCESO, CON UNA BARRETA APROXIMA A DESTAPAR EL AGUJERO QUE SERVIRA PARA DAR SALIDA A LA FUNDICION, TERMINANDO LA OPERACION DE

TODA ESTA OPERACION SE DESARROLLA TENIENDO LA BOCA DE SANGRIA ABIERTA, ESCORIADOR Y TOBERAS.

COMO PASO SIGUIENTE SE PROCEDERA A ENCENDER LA LEÑA, QUE PROPORCIONARA EL PRIMER CALOR A EL COQUE PARA LLEVAR LA COMBUSTION, EL TIEMPO QUE TARDA BAJO ESTE SEGUIMIENTO ES DE UNA HORA APROXIMADAMENTE. SI SE OBSERVA QUE LA CAMA NO HA ENCENDIDO EN UN 100%, EN ESTE TIEMPO SE PROCEDERA A CERRAR LAS TOBERAS, BOCA DE SANGRIA Y ESCORIADO, MANDANDO AIRE PARA ASI AYUDAR A COMPLETAR EL ENCENDIDO, PUDIENDO EFECTUARSE LA PRIMERA CARGA DE CHATARRA, SEGUIDA DE INTERVALOS DE 15 MIN. DE OTRA DE CARBON, FUNDENTE Y CHATARRA HASTA LA ALTURA DE LA BOCA DE CARGA.

SI EL CUBILOTE FUNCIONA REGULARMENTE EN UN TIEMPO DE 10 MINUTOS APARECERAN LAS PRIMERAS GOTAS DE FUNDICION DE HIERRO POR LA BOCA DE SANGRIA (QUE SE HA DEJADO ABIERTA Y QUE DESPUES DE DEJAR TIRAR HIERRO POR UNOS 3 O 4 MINUTOS SE CIERRA CON TAPON DE ARCILLA).

LA ESCORIA QUE SE SEPARA DEL METAL POR SER MAS FLUIDAS Y LIVIANAS Y AL SALIR POR EL ESCORIADOR, ADVIERTEN AL FUNDIDOR QUE EL CRISOL ESTA LLENO.

EN ESE INSTANTE EL FUNDIDOR ENCARGADO DEL PROCESO, CON UNA BARRETA APROXIMA A DESTAPAR EL AGUJERO QUE SERVIRA PARA DAR SALIDA A LA FUNDICION, TERMINANDO LA OPERACION DE

DAR SALIDA AL HIERRO CON UNA BARRA DE HIERRO AGUZADO, LA FUNDICION SE RECOGERA EN LAS CUCARAS U HORNO RECIBIDOR, SI SE TIENE.

UNA DE LAS FORMAS DE SEGUIR EL FUNDIDOR, LA OPERACION DE FUSION ES POR MEDIO DE LAS VENTANILLAS DE LAS TOBERAS, Y EN ESA FORMA PODRA PREVENIR O REMEDIAR LOS INCONVENIENTES.

AL LLEGAR AL TERMINO DE LA FUSION SE PROCEDERA A TIRAR EL FONDO, TIRANDO EN ESA FORMA LOS MATERIALES QUE NO SE HAN FUNDIDO, DEJANDO LIBRE LA PARTE INTERIOR PARA SU ENFRIAMIENTO Y LISTO PARA UNA NUEVA HORNEADA.

NORMAS PRACTICAS PARA UNA BUENA OPERACION DEL CUBILOTE FLAMA:

- EN LA PUERTA DE CARGA NO DEBEN APARECER LAS LLAMAS, EXCEPTO LA PRIMERA MEDIA HORA Y DESPUES DE LA ULTIMA CARGA.

SI EXISTEN, ES PRODUCTO DE QUE LA FUSION SE DESARROLLA IRREGULARMENTE; POR LO CONSIGUIENTE DEBERA TENERSE PRESENTE QUE:

- LA LLAMA AZUL-CLARA INDICA QUE HAY EXCESO DE COQUE; SU SOLUCION ES AUMENTAR EL METAL.

- LA LLAMA ROJO-CLARA INDICA QUE LA ZONA DE FUSION SE LLEVA A CABO A UNA ALTURA MAYOR PRODUCTO DE QUE SE HA INTRODUCIDO DEMASIADO CARBON AL PRINCIPIO SE SOLUCIONA AUMENTANDO LA CARGA Y SE TOMA EN CUENTA PARA LA PROXIMA HORNEADA.
- UNA LLAMA AMARILLA INDICA UN EXCESO DE AIRE CON PERDIDA DE CALOR.
- UNA LLAMA OSCURA CON HUMO ES INDICIO DE QUE FALTA AIRE Y LA COMBUSTION ES INCOMPLETA.

ELEMENTOS DE CARGA

- SI SE TIENE METAL EN MAYOR CANTIDAD QUE LO NECESARIO SALE CALIENTE Y FLUIDO AL PRINCIPIO Y FRIO AL FIN DE LA COLADA.
- SI SE TIENE METAL EN MENOR CANTIDAD INFLUYE EN QUE AL PRINCIPIO SALE MUY CALIENTE, LO CUAL MODIFICA LA OPERACION DEL CUBILOTE HACIENDOLO IRREGULAR Y POCO ECONOMICO.
- RESULTADOS SIMILARES SE OBTIENEN CUANDO METAL Y COQUE SE ENCUENTRAN EN CANTIDADES MENORES QUE LA NECESARIA.

ESCORIA.- SU ANALISIS OCULAR PARA EL FUNDIDOR ES DE VITAL IMPORTANCIA, PUES DA IDEA DE COMO FUNCIONA EL HORNO, Y SON DE IMPORTANCIA LAS SIGUIENTES PROPIEDADES.

- SI SU PRESENTACION ES DE COLOR NEGRO-BRILLANTE-VITROSO, ES MUESTRA QUE CONTIENE ALTO EN SILICIO Y LA OPERACION DEL CUBILOTE ES ACIDA, LA FUNDICION ES FLUIDA Y DE ESTRUCTURA GRIS.
- SI SE PRESENTA EN COLOR NEGRO-AMARILLO-OPACO, LA OPERACION ES BASICA Y LA FUSION SE DESARROLLA CON DIFICULTAD.
- UN COLOR VERDE-AMARILLO-CLARO INDICACION DE LA PRESENCIA DE MANGANESO.
- ESCORIA EN FORMA DE BURBUJA MUESTRA DEFICIENCIA EN EL FUNDENTE.

CAPITULO IV

C O N T A M I N A C I O N

CONCEPTO.- CONSIDERANDO QUE LA CONTAMINACION AMBIENTAL -
CONSTITUYE UNA GRAVE AMENAZA PARA LA SALUD PUBLICA Y QUE A
SU VEZ PROVOCA LA DEGRADACION DE LOS SISTEMAS ECOLOGICOS -
EN DETRIMENTO DE LA ECONOMIA NACIONAL, POR LO CONSIGUIENTE
ADEMAS DE PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACION, ES NECESA
RIO REGULAR ADECUADAMENTE LAS DIFERENTES FORMAS DE CONTAMI
NACION QUE PUEDEN PRODUCIR LOS MATERIALES QUE AL SUFRIR -
UNA TRANSFORMACION SON CONSIDERADOS COMO CONTAMINANTES.

PARA TAL EFECTO, SE HA CREADO EL REGLAMENTO PARA LA PREVEN
CION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA ORIGINADA -
POR LA EMISION DE HUMOS Y POLVOS. ENTENDIENDOSE EN ESTE -
REGLAMENTO POR CONTAMINANTE: A TODA MATERIA O SUSTANCIA,-
COMBINACIONES, COMPUESTOS, DERIVADOS QUIMICOS Y BIOLOGICOS,
TALES COMO HUMOS, POLVOS, GASES, CENIZAS, RESIDUOS, RADIA
CIONES, RUIDO, CALOR Y CUALQUIER OTRO QUE AL INCORPORARSE
O ADICIONARSE AL AIRE, AGUA O TIERRA, ALTERE O MODIFIQUE -
SUS CARACTERISTICAS NATURALES DE LA ATMOSFERA.

POR CONTAMINACION: LA PRESENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE DE -
UNO O MAS CONTAMINANTES, O SUS COMBINACIONES RESPECTIVAS,-
QUE ALTEREN EL MEDIO Y OCASIONEN MOLESTIAS A LA VIDA HUMA
NA.

EL ARTICULO 20 DEL REGLAMENTO: ESTABLECE QUE EN TODA OPERA

T A B L A No. 1

PESO DEL PROCESO	EMISION MAXIMA PERMITIDA, Kg/H.	
TON / H	INDUSTRIA NUEVA	INDUSTRIA EXISTENTE
0.025	0.480	0.652
0.050	0.780	1.040
0.100	1.239	1.652
0.220	1.974	2.632
0.300	2.589	3.452
0.400	3.141	4.188
0.500	3.648	4.864
0.750	4.788	6.348
1.000	5.805	7.740
1.250	6.741	8.988
1.500	7.617	10.156
2.000	9.237	12.316
2.500	10.725	14.300
3.000	12.120	16.160
3.500	13.437	17.916

T A B L A No. 2

VOLUMEN DE GASES	CONCENTRACION	
	INDUSTRIA NUEVA	INDUSTRIA EXISTENTE
EN LA FUENTE M ³ NORMAL	MG/M ³ NORMAL	MG/M ³ NORMAL
100	849.0	1132.0
125	795.0	1060.0
150	750.0	1000.0
175	714.0	952.0
200	684.0	912.0
300	600.0	800.0
400	543.0	724.0
500	510.0	680.0
750	444.0	592.0
1000	405.0	540.0
1500	357.0	476.0
2000	324.0	432.0
3000	285.0	380.0
4000	258.0	344.0
5000	240.0	320.0

CIÓN, PROCESO O ACTIVIDAD INDUSTRIAL, LA EMISIÓN DE POLVOS NO DEBERÁ EXCEDER DE LAS CANTIDADES INDICADAS EN LA TABLA-UNO, EN RELACIÓN AL PESO DEL PROCESO CORRESPONDIENTE, O EN LA TABLA DOS, EN RELACIÓN AL VOLUMEN DE GAS EN LA FUENTE, EN METROS CÚBICOS.

EL ARTÍCULO 26 DEL REGLAMENTO ESPECIFICA. LOS CUBILOTES DE FUNDICIÓN DEBEN EQUIPARSE CON ADITAMENTOS PARA LIMPIEZA DE GASES QUE OPEREN SEPARANDO EL 80% EN PESO, DE TODOS LOS POLVOS EN LOS GASES DE DESCARGA DEL CUBILOTE.

EL ARTÍCULO 27 DICE. SE EXCEPTUAN DE LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO ANTERIOR:

1. LOS PERIODOS DE PRUEBA DE UN CUBILOTE NUEVO; Y
2. LAS OPERACIONES DE ARRANQUE Y PARO DE OPERACIÓN O CUANDO SE HAGA LIMPIEZA DEL EQUIPO DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DEL CUBILOTE.

CONTROL EN LAS EMISIONES DEL CUBILOTE.- CONSIDERANDO QUE LA FUENTE PRINCIPAL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN UNA FUNDICIÓN ES EL CUBILOTE. LAS DIFERENCIAS PRINCIPALES ENTRE EL EQUIPO CONVENCIONAL DE DESCARGA LOCAL Y COLECCIÓN DE POLVOS EMPLEADO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA PARTE EXTERIOR DE LA FUNDICIÓN ESTÁN BASADOS EN:

- EL TAMAÑO PEQUEÑO DE LAS PARTICULAS DE LAS EMISIONES -

NES DEL CUBILOTE.

- EL COLOR VISIBLE DE ESTAS EMANACIONES QUE SE CLASIFICAN COMO HUMO, ES DECIR, NO DEBERAN SER MAS OSCURAS EN APARIENCIA QUE LA SEÑALADA CON EL NUMERO DOS DE LA ESCALA CONOCIDA COMO CARTA DE HUMO DE RINGEL - MANN.
- LA ELEVADA TEMPERATURA Y VOLUMENES CRECIENTES DE LOS GASES ARRASTRADOS QUE HAN DE SER MANEJADOS POR EL EQUIPO CONTRA LA CONTAMINACION ATMOSFERICA.

LA OPERACION DE FUSION QUE PRESENTA EL CUBILOTE EN LA INDUSTRIA DE LA FUNDICION SE CONSIDERA DE UN PROBLEMA SERIO, YA QUE DE ESTA OPERACION SE EMANAN GASES A ALTA TEMPERATURA EN CANTIDADES CONSIDERABLES, CARGADOS CON PARTICULAS DE POLVO Y VAPORES. LOS VOLUMENES DE GASES EXPEDIDOS Y EL TOTAL DE MATERIALES SOLIDOS GRUESOS Y FINOS SON VARIABLES SEGUN LA OPERACION DEL CUBILOTE, ES DECIR, DEPENDIENDO DE EL REGIMEN DE FUSION, METODOS DE CARGA Y LIMPIEZA DE LOS MATERIALES DE CARGA.

CLASIFICACION DE LOS SOLIDOS EN LOS GASES EMITIDOS POR EL CUBILOTE.- PUEDEN SER CLASIFICADOS DE ACUERDO CON EL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS Y MODO DE GENERACION

POLVOS.- SE CONSIDERA A LOS POLVOS COMO PARTICULAS PEQUEÑAS, INORGANICAS U ORGANICAS QUE SON EMITIDAS A LA AT

MOSFERA, BIEN UTILIZANDO UNA FUERZA MECANICA O CUALQUIER -
OTRA FORMA. LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS VAN DESDE EL MI
CROSCOPICO HASTA EL SUBMICROSCOPICO; SEGUN LA A.S.M.E. -
(AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS), CONSIDERA COMO
POLVO AQUELLAS PARTICULAS CUYO TAMAÑO ES MAYOR A UNA MICRA
EN SU DIAMETRO PROMEDIO.

HUMO.- AQUELLAS PARTICULAS, RESULTANTES DE UNA COMBUS -
TION INCOMPLETA, COMPONIENDOSE EN SU MAYORIA DE CARBON, CE
NIZAS Y OTROS MATERIALES COMBUSTIBLES QUE SON VISIBLES EN
LA ATMOSFERA Y LAS PARTICULAS SIMILARES, PRODUCTO DE LA SU
BLIMACION DE LOS METALES. EL TAMAÑO PROMEDIO DE LAS PARTI
CULAS DE LOS HUMOS ES POR LO GENERAL, MENOR DE 0.5 MICRAS.

NORMAS DE PRUEBA EN LA OPERACION DEL CUBILOTE PARA EFECTOS
DE CONTAMINACION.

CARACTERISTICAS FISICAS DEL CUBILOTE:

- DIAMETRO DE LA ZONA DE FUSION.
- ALTURA-PLACA DEL FONDO HASTA LA PARTE SUPERIOR.
- ALTURA-PLACA DEL FONDO HASTA LA PUERTA DE CARGA.
- TAMAÑO PUERTA DE CARGA (LARGO X ANCHO).
- METODO DE CARGA.
- CONTROL DE AIRE.
- TIPO DE SOPLADOR.

- ALTURA DE CAMA DE COQUE
- ANALISIS DE CAMA DE COQUE
- PESO DE LA CAMA DE COQUE

CARACTERISTICAS DE LA CARGA:

- CHATARRA DE HIERRO FUNDIDO
- CHATARRA DE ACERO
- COQUE
- - CALIZA, DOLOMITA, FLUORITA
- FERROALEACIONES

CONDICIONES DEL HIERRO FUNDIDO:

- TEMPERATURA DEL HIERRO FUNDIDO
- TIPO DE SANGRADO
- TONELAJE FUNDIDO EN TOTAL
- TIEMPO TOTAL DE SOPLO
- REGIMEN DE FUSION EN TON. HIERRO/HORA

E N C E N D I D O:

- VOLUMEN DE EMISIONES EN m^3 /MINUTO
- VELOCIDAD DE LAS EMISIONES A LA TEMPERATURA DE LA -
CHIMENEA EN M/SEGUNDO
- PARTICULAS SÓLIDAS
- OPACIDAD DE HUMO
- ANALISIS DE GASES
- PARTICULAS SOLIDAS
- COMPUESTOS DE AZUFRE
- TAMAÑO DE PARTICULAS EN MALLAS.

CONDICIONES TOPOGRAFICAS Y METEOROLOGICAS EN LA DISPERSION

DE POLVOS.- EN CASO QUE SE UTILICE MATERIALES SUCIOS EN LA CARGA, SE TENDRAN EFECTOS CONSIDERABLES EN EL ASPECTO QUE SE ACARREAN CANTIDADES DE POLVO GRUESO EN EL ASCENSO DE LOS GASES, ESTO PUEDE ORIGINAR UN PROBLEMA EN LA VELOCIDAD QUE SE LOCALIZA A SU ALREDEDOR. POR EL CONTRARIO, LA EMISION DE GASES QUE SON DISPERSADOS POR CORRIENTES DE AIRE EN AMPLIAS ZONAS FORMANDO UNA NIEBLA. POR LO TANTO, SON DOS ASPECTOS DIFERENTES DE COMO CONTAMINAR, DANDO ESTO UNA IDEA DE QUE TIPO DE EQUIPO SE REQUIERE PARA SU PREVENCIÓN.

UNA SOLUCION, PARA AQUELLAS FUNDICIONES QUE PRESENTEN CONDICIONES FAVORABLES EN EL ASPECTO TOPOGRAFICO Y METEOROLOGICO, ES EL DE INSTALAR UNA CHIMENEA LO SUFICIENTEMENTE ALTA PARA DISPERSAR LOS CONTAMINANTES EN UNA ZONA AMPLIA, PERO ESTA SOLUCION NO PODRA MANTENERSE ASI POR TIEMPO INDEFINIDO, YA QUE LAS EXIGENCIAS PUBLICAS CONTRA LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA VAN EN AUMENTO CONSTANTEMENTE.

EQUIPO DE CONTROL.- ES UN HECHO QUE EL EQUIPO QUE SE VAYA A ESCOGER, PARA EL CONTROL DE LAS EMISIONES DEL CUBILOTE SE ENFRENTA A UNA SERIE DE PROBLEMAS QUE SON:

- ALTA TEMPERATURA
- PARTICULAS EXTREMADAMENTE FINAS
- PRE-ENFRIAMIENTO (DE GASES)
- MATERIALES ESPECIALES (PARA CONTRARRESTAR EL CALOR Y

Y LA CORROSION).

- EFICIENCIA
- COSTO

ESTOS PROBLEMAS MUESTRAN QUE TAN COMPLEJO ES EL DE DECIDIR QUE EQUIPO ES EL QUE MEJOR AJUSTA. EL PRINCIPAL PROBLEMA DENTRO DE ESTE GRUPO ES EL DE LA ALTA TEMPERATURA DE LOS GASES DE SALIDA, POR LO QUE HAY NECESIDAD DE ACONDICIONARLO (ENFRIANDOLO), YA SEA INDIVIDUALMENTE O EN SUS COMBINACIONES; ALGUNAS FORMAS DE COMO LLEVARLO A CABO SE PRESENTA EN SEGUIDA Y SON:

- ENFRIAMIENTO POR RADIACION Y CONVECCION
- ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO
- ADMISION DE AIRE ENFRIANTE.

TIPOS DE COLECTORES.- ES CONOCIDO QUE EXISTEN UNA GRAN VARIEDAD DE EQUIPOS PARA PROVOCAR EN ALGUNA DE SUS DIFERENTES FORMAS LA PRECIPITACION DE LOS POLVOS QUE SON ACARRAADOS POR EL ASCENSO DE LOS GASES. SE CLASIFICAN DE ACUERDO A LA EFICIENCIA QUE ESTOS PRESENTAN, LOS MAS COMUNES SON:

- COLECTORES DE POLVOS DE ALTA EFICIENCIA
- CAMBIADORES DE CALOR
- PRECIPITADORES ELECTRICOS
- LAVADORAS POR ROCIO
- COLECTORES DE MEDIANA Y BAJA EFICIENCIA.

COLECTORES DE POLVOS DE ALTA FRECUENCIA.- SU DISEÑO CON-

TE EN TUBOS FILTRADORES DE GRAN DIAMETRO, HECHOS DE TELA DE VIDRIO Y ORLON, AMBOS FUNCIONAN VERTICALMENTE. LA TEMPERATURA QUE RESISTEN ESTAS TELAS SON; PARA LA TELA DE VIDRIO QUE SOPORTA TEMPERATURAS DE OPERACION HASTA DE --- 260°C, MIENTRAS QUE PARA LA TELA DE ORLON, PUEDE SOPORTAR TEMPERATURAS CERCA DE LOS 135°C.

UNA FORMA DE HACER QUE LOS GASES LLEGUEN A LAS TELAS, ES EL DE DISPONER DE DUCTOS QUE CONECTEN DEL CUBILOTE A LOS TUBOS FILTRANTES. UNA MEDIDA DE PROTECCION PARA LAS TELAS, ES EL DE DISPONER UNOS ROCIADORES DE AGUA A LO LARGO DEL DUCTO, CON EL UNICO FIN DE BAJAR LA TEMPERATURA DEL GAS Y HUMIDIFICAR LAS PARTICULAS, PROVOCANDOSE LA SEPARACION. DE ACUERDO A LOS RESULTADOS QUE SE TIENEN DE ESTE METODO, SE CONSIDERA QUE LA COLECCION DE POLVOS ES DE UN 100% DE EFICIENCIA.

CAMBIADOR DE CALOR.- OTRA FORMA DE COMO FILTRAR LOS GASES DEL CUBILOTE, ES EL DE APROVECHAR UN CAMBIADOR DE CALOR PARA EL PRECALENTAMIENTO DEL AIRE DE SOPLO. LA FORMA EN QUE FUNCIONA ESTE METODO ES LA SIGUIENTE: UNA PORCION DEL GAS SE EXTRAE EN ALGUNA PARTE INTERMEDIA DEL CUBILOTE Y ES QUEMADO EN UNA CAMARA DE COMBUSTION A TRAVES DE UN CAMBIADOR DE CALOR TUBULAR, EN DONDE GRAN PARTE DEL CALOR QUE CONTIENE EL GAS ES TRANSFERIDO EL AIRE LIMPIO DEL SOPLADOR DEL CUBILOTE, EL CUAL ES SOPLADO EN EL CUBILOTE A TRAVES DE LAS TOBERAS, DANDO UNA REDUCCION EN EL CONSUMO DE COQUE.

EL CUAL ES QUEMADO REUNIENDOSE EN ESAS CONDICIONES CON EL GAS QUE SALE DEL COMBUSTOR DE CALOR, TODO ESTE GAS SE HACE PASAR POR PRIMERA VEZ A UN SEPARADOR PRIMARIO Y DE AHI HACIA UNA UNIDAD COMPUESTA DE FILTROS; LOS FILTROS SON BOLSAS DE FIBRA DE VIDRIO. LAS TEMPERATURAS QUE SOPORTAN ESTAS BOLSAS SON DE 232°C A 260°C, USANDOSE COMO EN EL CASO ANTERIOR DE ALGUNA FORMA DE ROCIO PARA LOGRAR ESAS TEMPERATURAS. LA EFICIENCIA PUEDE CONSIDERARSE COMO BUENA DENTRO DE LO DISPUESTO EN EL REGLAMENTO.

PRECIPITADORES ELECTRICOS.- COMO SU NOMBRE LO INDICA ESTE PRECIPITADOR, SE BASA EN SEPARAR LAS PARTICULAS A ALTO VOLTAJE CUANDO SE ENCUENTRAN ACONDICIONADAS, ES DECIR, LA PARTICULA DEBERA SER HUMIDIFICADA ANTES DE ENTRAR AL CAMPO MAGNETICO DONDE RECIBIRA UNA CARGA POSITIVA, POCO DESPUES DE LO CUAL SON ATRAIDAS HACIA LAS PLACAS DE POLARIDAD -- OPUESTA. PARA SEPARAR LAS PARTICULAS ADHERIDAS A LA PLACA SE SOMETE A GOLPEO, BIEN MECANICAMENTE O MANUALMENTE. LA EFICIENCIA DE ESTE SEPARADOR SE BASA EN MANTENER VELOCIDAD Y HUMEDAD, ESPERANDOSE UNA EFICIENCIA DEL ORDEN DE 95%. -- ES UN METODO QUE TENDRIA POCO USO EN MEXICO, YA QUE LA -- ENERGIA ELECTRICA ES CARA.

LAVADORAS POR ROCIO.- Es un colector diseñado para recoger partículas de mayor tamaño y algunas mas finas. SIN -- EMBARGO, EN ESTE TIPO DE COLECTORES HAY UNA CONSIDERABLE --

CANTIDAD DE GAS VISIBLE EN SU SALIDA. LO QUE MUESTRA QUE ES DE UNA EFICIENCIA MEDIA, SE CONSIDERA QUE GENERALMENTE ES DEL ORDEN DEL 50 AL 60% EN PESO. PUEDE SER INSTALADO EN EL DUCTO UN QUEMADOR PARA LAS PARTICULAS FINAS COMBUSTIBLES QUE LLEVAN LOS GASES EN SU ASCENSO Y QUE DEBEN SER QUEMADOS ANTES DE ENTRAR AL LAVADOR. ESTOS QUEMADORES SON DE GRAN IMPORTANCIA PARA AQUELLOS CUBILOTES QUE FUNCIONAN CON LA PUERTA DE CARGA ABIERTA, NO SIENDO IMPORTANTES PARA AQUELLOS CUBILOTES QUE OPEREN CON LA PUERTA DE CARGA CERRADA.

EL LAVADOR CONSISTE EN UN CILINDRO DISPUESTO VERTICALMENTE MONTADO SOBRE LA CHIMENEA DEL CUBILOTE, CON UN ROCIADOR O ASPENSOR COMO YA SE DIJO. COMO EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA PROVOCAR LA SEPARACION DE LAS PARTICULAS SE RECIRCULA, ES DE TOMARSE EN CUENTA QUE DEBERA HACERSE CONTINUAMENTE ANALISIS DEL (PH), PARA CONTROLAR LA ACIDEZ ES NECESARIO HACERLO POR MEDIO DE ADICIONES DE CARBONATO DE SODIO. ESTE LAVADOR DE GASES PUEDE AUMENTARSE EN SU EFICIENCIA DEJANDO UN ESPACIO LIBRE ENTRE LA CHIMENEA Y EL CILINDRO, ESTE ESPACIO SERA APROXIMADAMENTE DE DOS A CUATRO VECES EL AREA DE LA CHIMENEA DEL CUBILOTE. ESTO CAUSA QUE LOS GASES DE EL CUBILOTE, CARGADOS DE POLVO, PASEN A TRAVES DE UNA LARGA CORTINA DE AGUA FINAMENTE DIVIDIDA, A BAJA VELOCIDAD. ESTO PERMITE QUE EL AGUA ENTRE EN CONTACTO CON UN VOLUMEN GRANDE DE GASES DE ESCAPE, LO QUE -- HACE POSIBLE LAVAR Y RECOGER PRACTICAMENTE TODAS LAS PAP-

TICULAS GRUESAS Y MUCHAS DE LAS MAS FINAS.

COLECTORES DE MEDIANA Y BAJA EFICIENCIA.- EL TIPO MAS SENCILLO DE COLECTOR DE POLVO, CONSISTE EN UNA ENVOLTURA CIRCULAR ALARGADA, QUE TIENE UN DIAMETRO APROXIMADAMENTE DOBLE QUE EL DE LA CHIMENEA DEL CUBILOTE, SE ENCUENTRA LOCALIZADO DIRECTAMENTE EN LA PARTE SUPERIOR DE ELLA. AL IGUAL QUE LOS ANTERIORES METODOS SE HACE USO DE AGUA FINAMENTE DIVIDIDA PARA ATRAPAR EL POLVO, CUENTA CON UNA SECCION DE DRENAJE PARA DESCARGAR EL AGUA POR MEDIO DE UN CONDUCTO DE EVACUACION QUE LLEVA EL AGUA Y EL POLVO HASTA TANQUES DE DECANTACION. EL PROBLEMA QUE SE TIENE CON ESTE METODO, ES QUE TIENE QUE DISPONER DE ESPACIO PARA COLGAR LOS TANQUES DE DECANTACION, BOMBAS Y CONDUCTO DE EVACUACION. LOS COLECTORES QUE SE CONSIDERAN DE BAJA EFICIENCIA, SON AQUELLOS QUE SE ENCUENTRAN MONTADOS EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CHIMENEA, CONSISTEN ESCENCIALMENTE DE UN CILINDRO O BIEN UN CUADRADO DE CHAPA DE ACERO, EN CUYO INTERIOR SE ENCUENTRAN DISPUESTAS MALLAS CON LA FINALIDAD DE ATRAPAR LOS POLVOS QUE VAN JUNTO CON LOS GASES DE ASCENSO. LA EFICIENCIA QUE SE TIENEN EN ESTOS COLECTORES VA DESDE UN 30 A 50% DEPENDIENDO DE EL TIPO DE MALLA QUE SE USE. LA MALLA DEBERA TENER UNA AREA LO SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA QUE SE EFECTUE UN ENFRIAMIENTO RAPIDO Y PREVENIR ASI ALGUN DAÑO A LA MISMA.

REGLAS ADICIONALES EN EL CONTROL.- ALGUNAS REGLAS UTILES EN LA OPERACION DE FUSION, PARA ELIMINAR ALGUNAS DE LAS EMISIONES SE PRESENTAN A CONTINUACION.

- A.- ANALIZAR LOS TIPOS DE CONTAMINANTES, PARA ASEGURARSE DE LA CAUSA Y FUENTE DE POLVO. DETERMINAR EL TOTAL DE SOLIDOS O REGIMEN DE EMISION DE MATERIAS, SEPARANDO LOS EN TAMAÑOS PARA SU CLASIFICACION.**

- B.- CONTROLAR EL PROCESO DE FUSION COMO UNA MEDIDA DE NO PROVOCAR UNA OXIDACION EXCESIVA DE LOS ELEMENTOS (Fe, Si, Mn), QUE PASAN A FORMAR PARTE DE LOS POLVOS EN EL GAS DE ESCAPE.**

- C.- PROCURAR DESDE UN PRINCIPIO UNA BUENA COMBUSTION PARA EVITAR LA FORMACION DE HUMOS. CUIDAR QUE LA CHATARRA SE IMPREGNE DE ACEITE.**

- D.- EVITAR UN MANEJO TOSCO DEL COQUE. BUSCAR LA FORMA DE REDUCIR LA DISTANCIA DE CAIDA DE LAS CARGAS INTERMEDIAS DE COQUE, ESTO SE LOGRA INTRODUCIENDO LA CARGA CUANDO HA BAJADO SOLAMENTE OTRA. SI SE INTRODUCE REBABA FINA DEBERA SER EMBRIQUETADAS EN FORMA COMPACTA. EVITAR QUE LOS FUNDENTES SE MOJEN.**

- E.- ELIMINARSE LA ARENA SUELTA DE LOS COLADOS. RETIRESE EL POLVO Y PRODUCTOS DE CORROSION DE LA CHATARRA.**

F.- **AUMENTO EN LA ALTURA DE LA CHIMENEA, ESTO PROPORCIONA UN TIRO MEJOR, Y SE ELIMINAN LOS SOPLOS EN LA PUERTA DE ENTRADA. COLOCAR A LO LARGO DE LA CHIMENEA QUEMADORES PARA INCENDIAR LOS GASES DE ESCAPE.**

APLICACION RIGUROSA DEL REGLAMENTO.- LOS QUE FUESEN RESPONSABLES DE LA PREPARACION, PROMULGACION Y CUMPLIMIENTO DE LAS REGULACIONES SOBRE CONTAMINACION ATMOSFERICA, DEBE TENER PRESENTE QUE SEA JUSTO Y EQUITATIVO, ES DECIR, QUE AL DECRETAR UN REGLAMENTO CUYAS NORMAS TUBIERAN UNA RESTRICCIÓN TAL QUE NO FUESE POSIBLE SU CUMPLIMIENTO.

YA SE DIJO QUE EN CIERTAS AREAS CRITICAS, EN DONDE LAS CONDICIONES TOPOGRAFICAS Y METEOROLOGICAS SON DESFAVORABLES A LA DISPERSION DE LOS CONTAMINANTES EMITIDOS POR LAS CHIMENEAS, SE HAN HECHO RESTRICCIONES LEGALES YA SEA SOBRE EL REGIMEN DE LA MASA DE EMISIONES O SOBRE LA CONCENTRACION DE CONTAMINANTES EN LAS EMISIONES DE LOS GASES DE DESCARGA. POR LO TANTO, LA SEVERIDAD CON QUE DEBE SER APLICADA LAS LEYES DE ESTE REGLAMENTO, VAN DESDE LO MAS SEVERO HASTA LAS INDEFINIDAS Y A MENUDO NO OBLIGATORIAS EN OTRAS AREAS DETERMINADAS. EN LAS AREAS EN DONDE ES NECESARIO SITUAR RESTRICCIONES SOBRE LA DESCARGA DE CONTAMINANTES A LA ATMOSFERA, ESTAS RESTRICCIONES, SI SON CLARAS Y ESPECIFICAS PUDIENDO SERVIR COMO UNA GUIA EN LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE CONTROL.

CONCLUSION

LA FINALIDAD PRINCIPAL DE UNA UNIDAD DE FUSION ES EL PRODUCIR HIERRO FUNDIDO AL VOLUMEN Y REGIMEN DESEADOS, Y QUE CUENTE CON PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS SATISFACTORIAS.

APROVECHANDO LAS CARACTERISTICAS QUE PRESENTA ESTE HORNO, EN COMPARACION CON CUALQUIER OTRA UNIDAD QUE SE UTILICE PARA LA PRODUCCION DE HIERRO FUNDIDO, ES IMPORTANTE NOTAR QUE SE PUEDE OBTENER DE EL GRANDES VOLUMENES DE HIERRO FUNDIDO, POR LO CUAL, SE LE CONSIDERA COMO LA MAS ECONOMICA DE TODAS LAS UNIDADES PARA ESTE FIN, CONTANDO CON PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS BUENAS.

ES UN HORNO QUE HA EXPERIMENTADO NOTABLES MEJORAS QUE AUN SON POCO UTILIZADAS EN MEXICO, BIEN SEA POR SU DESCONOCIMIENTO, O BIEN POR NO DESEARSE AUMENTAR LAS INVERSIONES NECESARIAS EN LAS INSTALACIONES. A CAUSA DE QUE EL CUBILOTE PREVEE UNO DE LOS MEDIOS MAS FACILES PARA FUNDIR, NO SIEMPRE SE LE BRINDA ESPECIAL ATENCION A LA OPERACION Y CONTROL DEBIDAMENTE. POR LO QUE, LA CALIDAD Y COSTOS PUEDEN SER MEJORADOS CONTINUAMENTE A TRAVES DE SU ESTUDIO Y ANALISIS DE TODOS LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL.

RESPONDIENDO, A UNA ATENCION DEBIDA EN LA OPERACION Y CON-

**TROL DEL CUBILOTE, SE PUEDE CONCLUIR QUE ES UN HORNO CUYA-
FUSION ES RAPIDA, ECONOMICA Y CONFIABLE, DIFICIL DE COMPE-
TIR POR CUALQUIER OTRO TIPO DE UNIDAD METALURGICA.**

B I B L I O G R A F I A

BEECH, A.S., "THE DESIGN AND OPERATION OF THE CUPOLA", FOUNDRY TRADE JOURNAL.

BLEEK, W.H., "CUPOLA LIMESTONE" FOUNDRY TRADE JOURNAL.

BOLTON, L.W., "CUPOLA PRACTICE", FOUNDRY TRADE JOURNAL.

CAMPBELL, H. L., y GRENNAN, JOHN, "THE CONTROL OF CUPOLA - OPERATION", AMERICAN FOUNDRY MEN'S ASSOCIATION.

"CONTROLS WERGH OF AIR ENTERING CUPOLA", THE FOUNDRY.

DIERCKER, A.H. "SLAGS AND GASES IN CUPOLA OPERATION", AMERICAN FOUNDRYMEN'S ASSOCIATION.

DRAKE, J.F. y KENNARD, T.G. "CLOSED TOP SYSTEM IN CUPOLA - STACK EMISSION CONTROL", AMERICAN FOUNDRYMAN.

F. J. BERRA, "FUNDICION" DON BASCO.

FUGO, Y., y THOMPSON, F.C., "SOME EXPERIMENTS ON THE REACTION $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ ", FOUNDRY TRADE JOURNAL.

GRAY, T.H., "CUPOLA OPERATION", FOUNDRY TRADE JOURNAL.

HALLAMORE, J.C. "REFRACTARIES IN THE CUPOLA", FOUNDRY TRADE JOURNAL.

HURST, J.E., "THE CUPOLA FURNACE", FOUNDRY TRADE JOURNAL.

KELLY, H. W., "PRESENTS DETAILED DATA FOR CONSTRUCTION OF SMALL SIZE CUPOLA", THE FOUNDRY.

MILLER, J.D., "SOME RECENTS DEVELOPMENTS IN CUPOLA METAL", AMERICAN FOUNDRYMENTS ASSOCIATION.

MURPHY, J.A., "LIGHT ON THE CAUSE OF FISH SCALES", THE -- FOUNDRY.

PROBST, A.E., "HOT BLAST CUPOLA OPERATION", BRITISH CAST - IRON RESEARCH ASSOCIATION JOURNAL OF RESEARCH AND DEVELOPMENT.

"SLAG", FOUNDRY TRADE JOURNAL.

YOUNG, H.J., "NOTES ON IRON FOUNDRY PRACTICE", FOUNDRY TRADE JOURNAL.