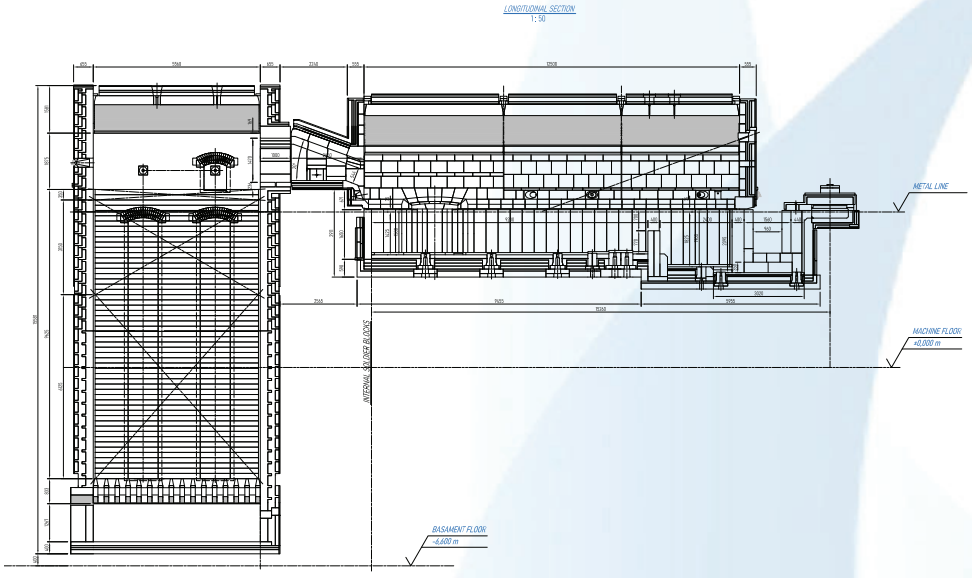
1. SCOPO DI FORNITURA

La presente offerta descrive **la proposta di Tecsiglass** alla richiesta di aumentare le dimensioni del forno attuale, mantenendo in sicurezza il forno per tutta la campagna. Il forno, così modificato, si ipotizza che abbia una successiva vita di almeno 8 anni, con le necessarie manutenzioni.

Nel 2030 le emissioni di CO2 dovranno essere ridotte del 50% e quindi anche il consumo di combustibili fossili. È pertanto ipotizzabile che le quote CO2 nei prossimi anni abbiano un aumento tale da rendere più vantaggioso l'utilizzo di energia elettrica e/o l'utilizzo di idrometano, e cioè di metano addizionato con una porzione del 30% massimo di idrogeno, qualora questi sia reso disponibile in Linea direttamente dal fornitore nei prossimi anni.



La presente proposta ha come obiettivo la descrizione delle attività relative alla progettazione, da effettuare per realizzare il Forno End Port. In sintesi, il documento descrive le seguenti attività di Engineering completa di:

- Bacino di Fusione
- Rigeneratori
- W.E.
- Canali
- Condotto fumi
- Papere raffreddamento fusione e gola
- Plance e scale, con dettagli costruttivi, attorno a rigeneratori, Forno e canali
- Boosting
- Calcoli strutturali
- P&I impianti forno, W-End e canali
- Rilievi laser scanner

2. MINIME PERFORMANCE

Specifiche tecniche nuovo forno 2			
Tipo	END PORT		
Fuel	Gas Naturale		
LHV Gas	8250 kcal/stdm3		
BOOSTING INSTALLATO	Barriera 1350 Kw		
	Fusione 2 x 1350 Kw		
PRODUCTION	Color Type	Color Type	Color Type
Vetro	MB flint	EB extra flint	VE dark green
Pull MAX t/g	240	270	300
% Cullet	50 - 70	10 - 25	65 - 85
Qualità Vetro	30 seed/100g (0,2<x<0,8) 0 blister		
CO2	max reduction (predisposition for new technologies)		
Performance Emissioni	NOx < a 800 mg/Nm^3 VE 900 mg/Nm^3 mezzo bianco 1,000 mg/ Nm^3 extra bianco		

3. PROGETTAZIONE

L'offerta comprende:

- Rilievo Laser Scanner 3D
- Lay-out generale
- Refrattari
- Boosting
- Carpenterie
- Impianti meccanici
- Impianti elettrici e strumentali

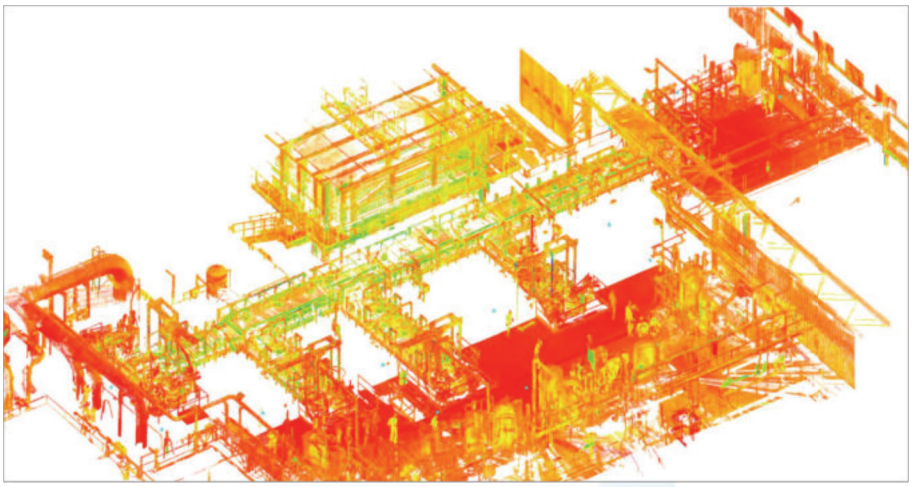
relativi al nuovo forno, come di seguito descritto:

3.1. Rilievo Laser Scanner 3D

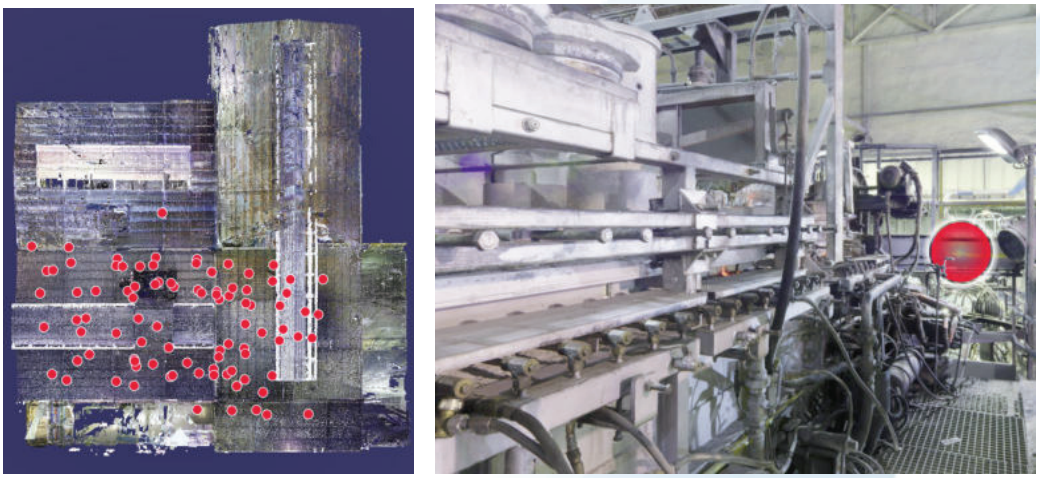
La nostra proposta è di effettuare un rilievo Laser-Scan di tutti gli impianti, le carpenterie ed il capannone esistente:

- Messa in tavola 3D delle strutture principali di carpenteria
- Messa in tavola 3D degli impianti principali
- Messa in tavola 3D del capannone
- Verifica di eventuali interferenze con gli ingombri del nuovo forno

Verrà effettuato il rilievo laser scanner di tutti i livelli dell'area d'intervento per resa piante chiave ed identificazione ingombri civili, di carpenteria ed impiantistici. Con la restituzione dell'elaborato "Leica trueview" e file "Nuvola di punti". Questo modello permette di progettare e conformare le nuove strutture a quelle esistenti.
Realizzazione di un modello 3D delle principali strutture e delle parti di impianto oggetto dell'intervento.



Nuvola di punti

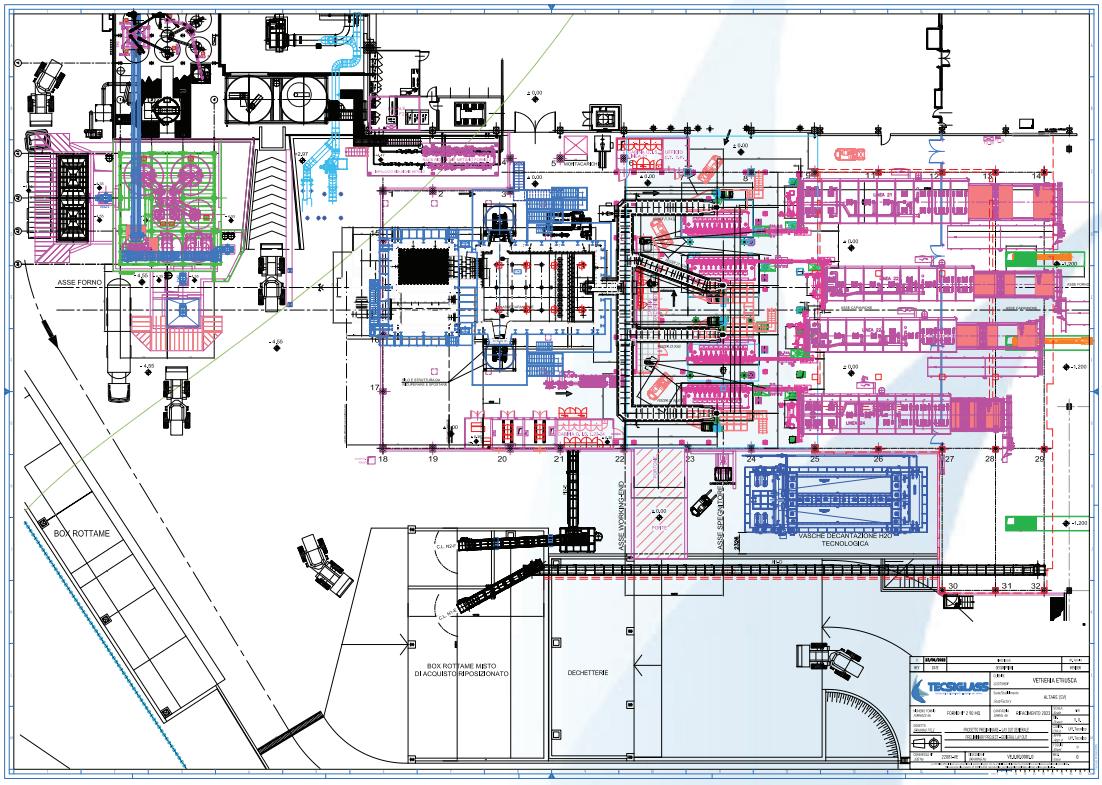


Rilievo laser Scanner: elaborato finale

Il modello CAD e il rilievo Laser Scanner verranno realizzati nello stesso sistema di coordinate. In questo modo sarà facile integrare il modello CAD con qualsiasi elemento presente all'interno del rilievo misurandolo sulla nuvola di punti e copiando le coordinate nel modello CAD. Il rilievo laser scanner 3D è utile al fine di identificare tutte le strutture esistenti e di conseguenza per poter realizzare una progettazione accurata.

3.2. Lay out

È previsto lo studio di un nuovo lay-out di stabilimento che preveda l'inserimento del nuovo forno, degli impianti e delle linee complete di produzione
Con l'ausilio del rilievo tridimensionale dell'esistente, che effettueremo con la tecnica del laser scanner, si potrà prevedere lo spostamento dei vari impianti che attualmente in cantina occupano l'intradosso del solaio macchine attuale; quest'ultimo dovrà necessariamente essere modificato per permettere l'inserimento della nuova macchina IS.



Vi saranno forniti:

- lay-out generale del nuovo forno
- pianta carichi di fondazione
- lay-out opere civili

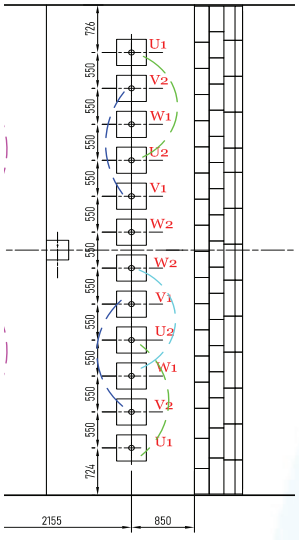
3.3. Boosting

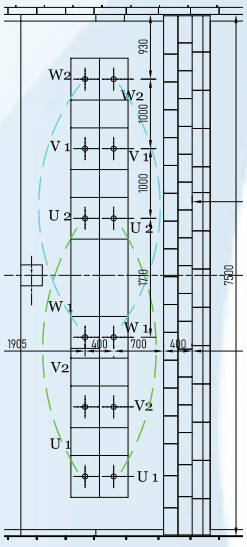
Il progetto del Boosting comprende:

- nuovo lay-out posizionamento elettrodi
- collegamento elettrico degli stessi
- dimensionamento Blindosbarre
- dimensionamento Trasformatore

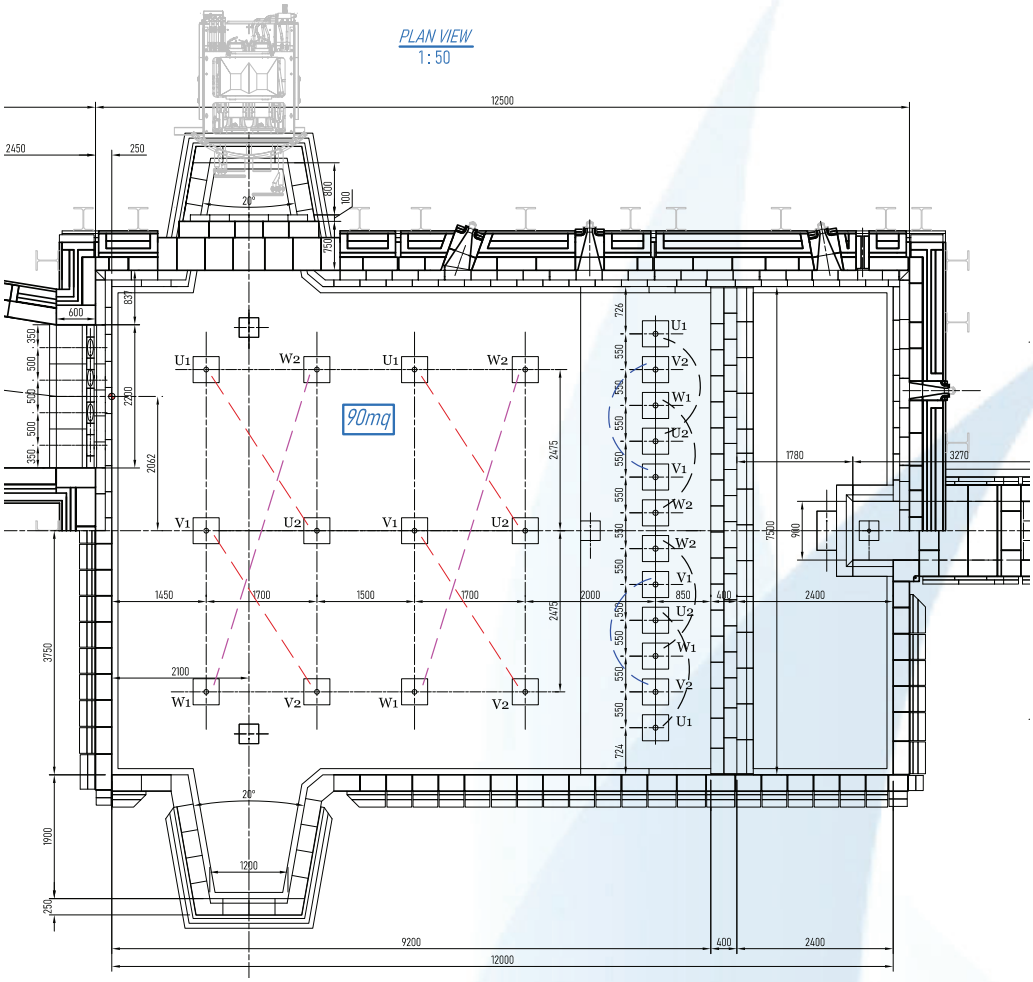
È stato previsto un doppio impianto Boosting: uno in zona affinaggio su 12 elettrodi alimentati da un trasformatore da 1350 Kw ciascuno ed uno in zona fusione sempre con 12 elettrodi alimentati da due trasformatori da 1350 Kw ciascuno

Il Boosting di barriera sarà formato da 12 elettrodi da 2½", per ora previsto in due soluzioni, da valutare dopo studio CFD.





Il Boosting di fusione sarà formato da 12 elettrodi da 2½" anche per la fusione sono previste due soluzioni, da valutare dopo studio CFD: la prima con tre file da quattro elettrodi ciascuna il disegno sottostante riporta un'ipotesi.



La seconda soluzione, invece, prevede con quattro file da tre elettrodi ciascuna.

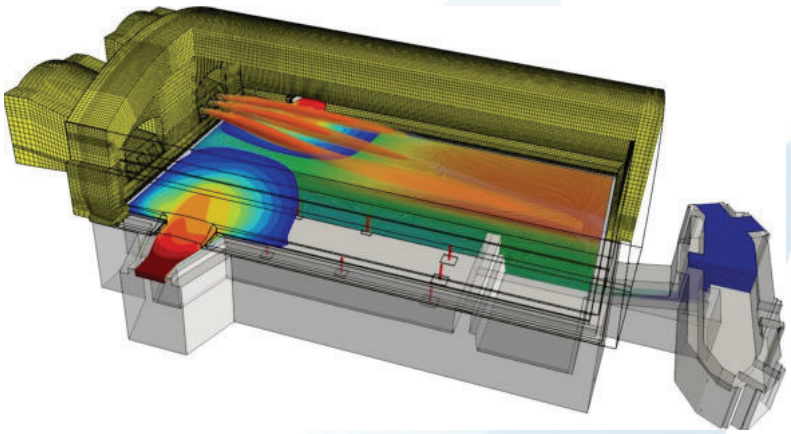
Attualmente la fusione elettrica in Italia non è conveniente, come evidenziato nel capitolo 4 della presente offerta, se paragonata al gas ma è ipotizzabile che le quote CO2 nei prossimi anni abbiano un aumento tale da rendere più vantaggioso l'utilizzo di energia

elettrica. Per questo motivo si sono ipotizzati trasformatori sovradimensionati rispetto al necessario.

Sono previsti anche due elettrodi nella zona deep da utilizzarsi esclusivamente nei cambi colore e un Boosting di gola da utilizzarsi durante il preriscaldo è previsto un trasformatore monofase dedicato da circa 250 Kw.

3.4. Svuluppo Fluodinamico CFD

Saranno eseguite le simulazioni e le analisi dettagliate della fluidodinamica computazionale (CFD). Durante le simulazioni, verrà analizzato il nuovo forno. In primo luogo, si effettuerà un modello del forno.



Il modello viene valutato su:

- Comportamento generale del forno
- Analisi dei flussi di fusione e dei modelli di temperatura
- Efficienza energetica
- Effetti di durata del forno
- Valutazione della qualità del vetro

Verranno svolte simulazioni:

- Bacino Fusione
- Boosting
- Torrino
- Camere

3.5. Calcoli statici

Saranno eseguite verifiche e calcoli strutturali e le analisi dei carichi delle opere cementizie (plinti, fondazioni, solai) e delle carpenterie.

Verranno fornite alla fine della fase di progettazione:

- Relazioni di calcolo a firma di professionista abilitato.
- Tavole grafiche esecutive delle opere civili, con restituzione in 3D e dwg.
- Tavole grafiche esecutive e d'officina delle carpenterie civili (non impiantistiche), con restituzione in 3D e dwg.
- Computo metrico opere civili.
- Assistenza alla preparazione della documentazione per la presentazione delle pratiche autorizzative e presentazione delle stesse agli enti competenti.

Sarà inoltre eseguito il collaudo Statico.

3.6. Refrattari

La progettazione dei refrattari verrà svolta secondo un cronoprogramma concordato e secondo scelte tecniche condivise per ottimizzare la produzione secondo i parametri richiesti.

La scelta dei refrattari avverrà secondo dei criteri che garantiscano condizioni di uso ottimali prestando particolare attenzione alla coibentazione del forno per limitare le dispersioni e contenere i consumi.

È prevista la fornitura degli elaborati grafici (piante, sezioni e disegni di dettaglio) relativi a:

- forno
- rigeneratori
- condotto fumi
- working end
- canali

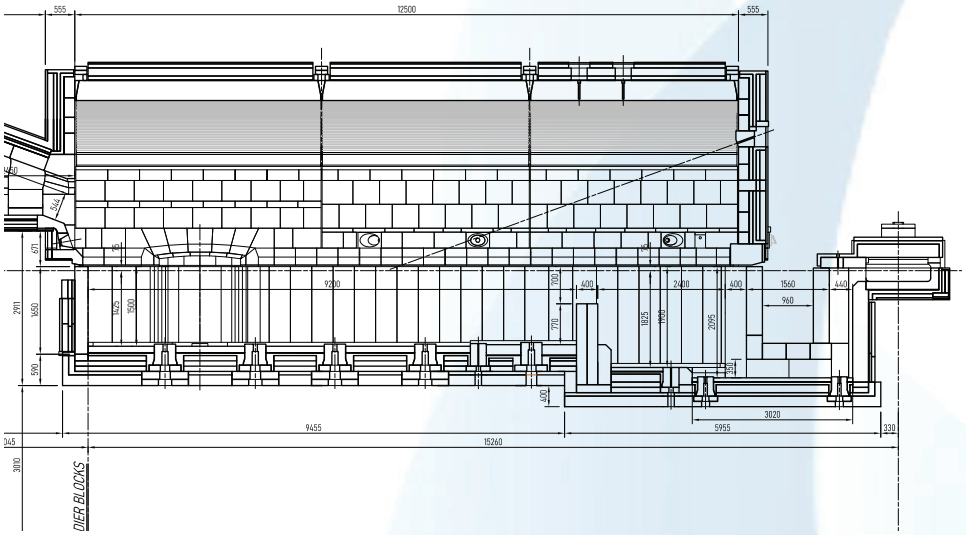
e delle relative tabelle occorrenti per l'acquisto dei materiali refrattari necessari alla costruzione.

Vi saranno inoltre forniti:

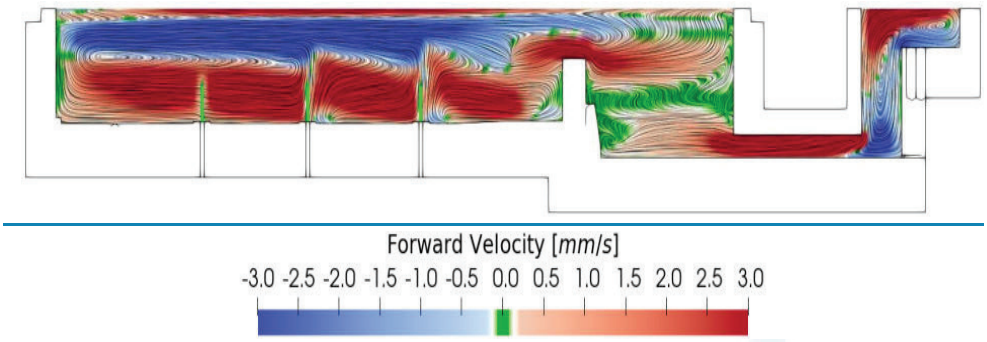
- lay-out generale del nuovo forno FV2
- pianta carichi di fondazione
- lay-out opere civili

3.6.1. Bacino Fusione

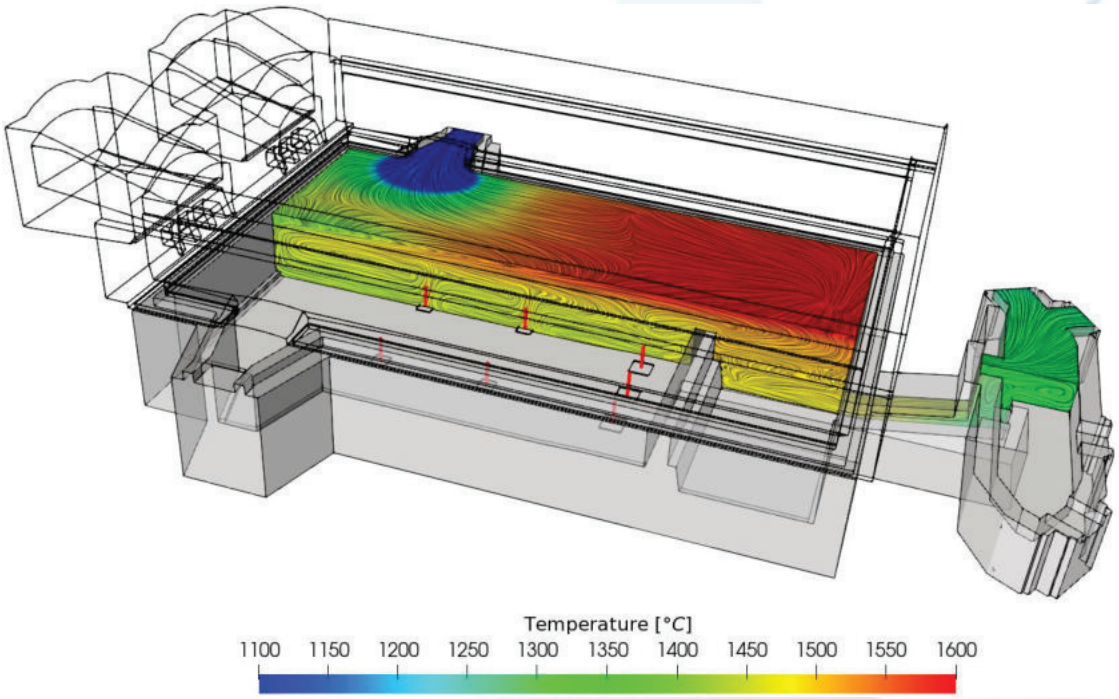
Il bacino avrà una superficie di 90 m^2 (12,5 m x 7,5 m) con un'altezza vetro in fusione di 1425 mm ed in affinaggio di 2000 mm e sarà predisposto per un Boosting di barriera formato da 12 elettrodi ed un Boosting di fusione formato da 12 elettrodi.
Sono previsti anche due elettrodi nella zona deep da utilizzarsi esclusivamente nei cambi colore e un Boosting di gola per il preriscaldo.



L'aumento di profondità in zona Deep comporta velocità del vetro notevolmente inferiore quindi un maggior ricircolo e un tempo di permanenza decisamente superiore.



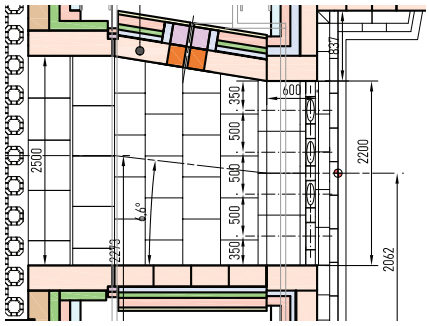
L'aumento della profondità della Deep comporta anche una diminuzione della temperatura del vetro all'ingresso gola di circa 30 °C, diminuendone il comportamento usurante.

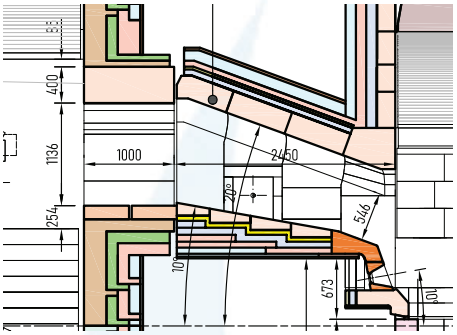


3.6.2. Torrino

Valutando studi CFD su forni simili, si propone di optare per un torrino più ampio e centrato all'ingresso della camera di recupero.

L'ingresso nella camera di combustione risulta più largo e più basso, con un'inclinazione di circa 20°





La forma e la dimensione del torrino impattano in modo significativo sulla velocità della fiamma

Il torrino è stato pensato affinché le fiamme curvino verso il basso a circa metà del bacino ed a 2/3 della superficie di fusione.

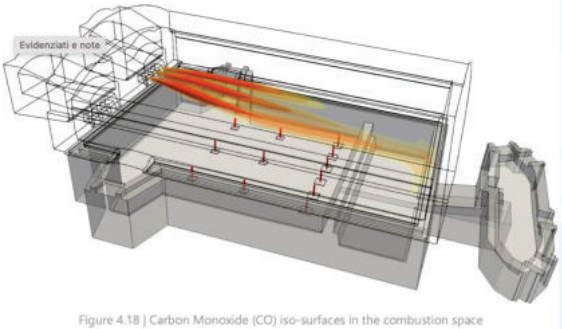
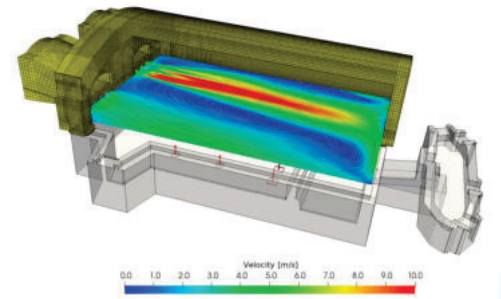


Figure 4.18 | Carbon Monoxide (CO) iso-surfaces in the combustion space

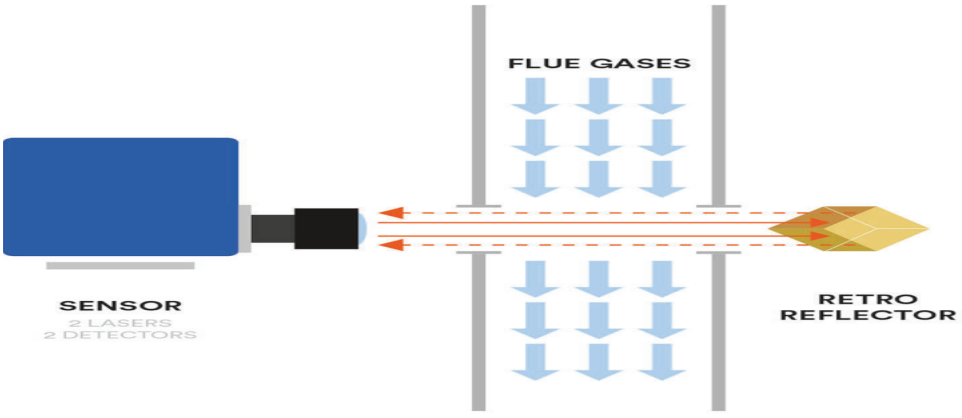


Il nuovo torrino sarà predisposto per poter installare il nuovo sistema di controllo di CO e O^2 in continuo sviluppato da Celsian.

3.6.3. Controllo della combustione con misurazione in continuo del O^2

Il potere calorifico del metano può variare di qualche punto percentuale nell'arco di qualche giorno e quindi anche la quantità di aria necessaria alla combustione dovrebbe variare di qualche punto percentuale ma la misurazione della portata d'aria è influenzata da molti fattori, tra cui l'umidità, temperatura, ecc. quindi per il controllo della combustione risulta importante ed efficace la misurazione in continuo dell'O2 e del CO al torrino.
L'inserimento in linea di uno strumento per la valorizzazione in continuo del potere calorifico inferiore del metano è utile al fine di controllare i dati forniti giornalmente dal fornitore.

Il sensore CO e O^2 misura l'intera larghezza del torrino. In questo modo si ha un valore più rappresentativo rispetto ai tradizionali dispositivi di misurazione.

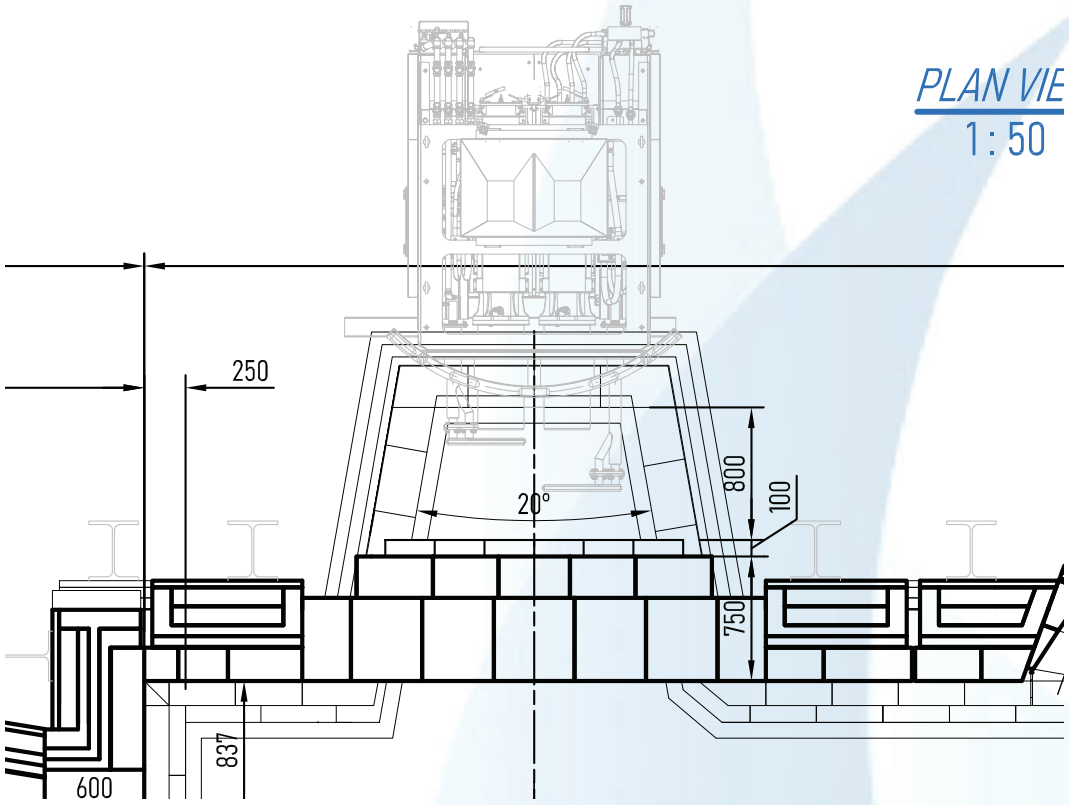


3.6.4. Dog House

Nel nuovo forno, proponiamo l'utilizzo della nuova pala infornatrice della Zippe, quindi un dog-house più profondo

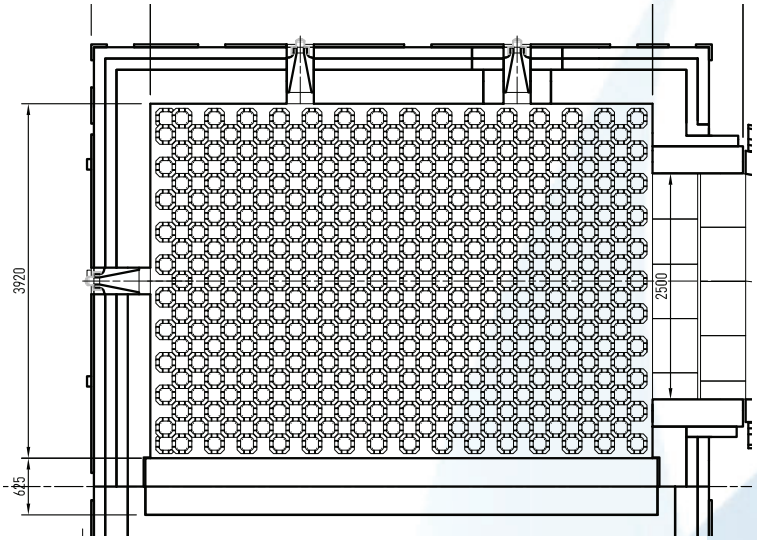
L'utilizzo di questa pala infornatrice, oltre ad una migliore gestione e manutenzione, comporta, unitamente alla forma del dog-house, la genesi di isole di composizione più piccole e quindi agevola la fusione.

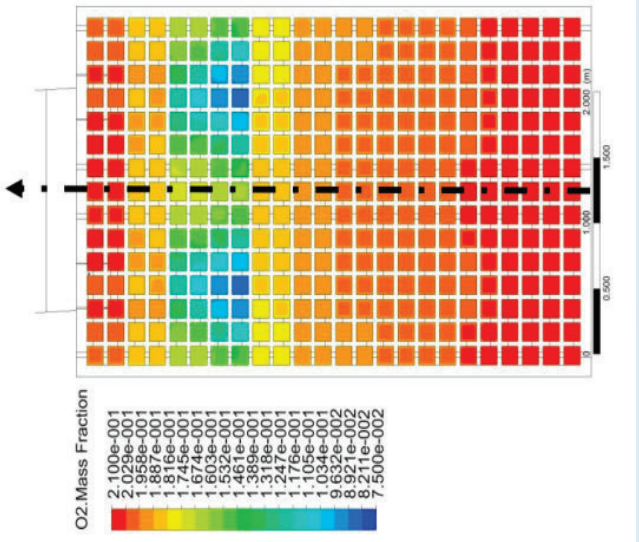
Tali isole, sia a causa della minor altezza che per l'effetto di glassatura superficiale, riducono il loro spolverio superficiale quando impattano con la combustione.



3.6.5. Camere

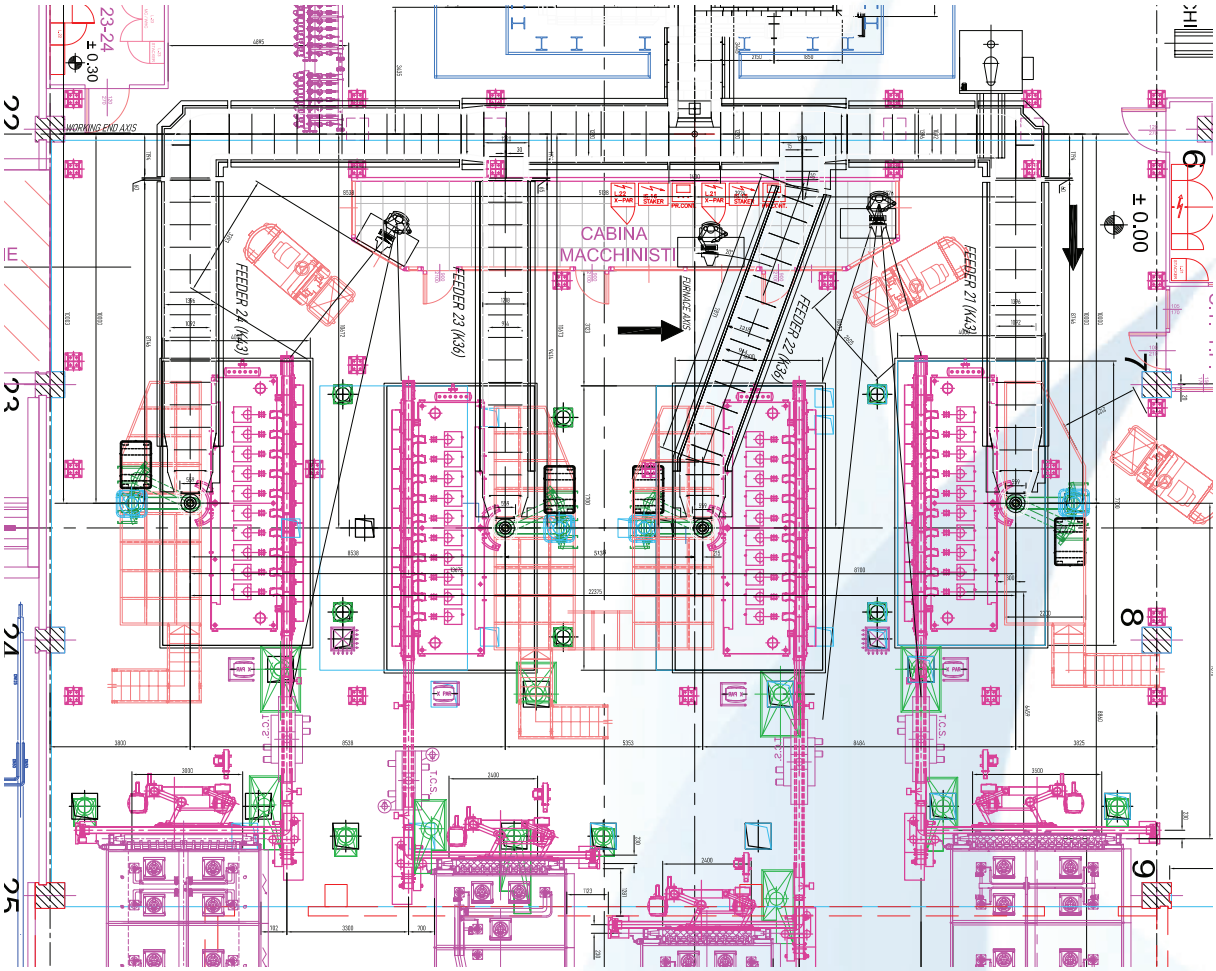
La forma e la dimensione delle camere sono state studiate per mantenere una distribuzione omogenea all'interno dell'impilaggio





3.6.6. W.E. e Canali

La Nostra proposta prevede di studiare il nuovo assetto dei canali e del W.E. cercando di recuperare più impianti possibile e di evitare, se fosse possibile, lo spostamento delle macchine.



3.6.7. Sviluppo dei refrattari

1- Disegni di assieme preliminari x approvazione (3 tavole)

- Sezione in pianta
- Sezione longitudinale
- Sezioni trasversali

2- Sviluppo dei refrattari

1) Disegni dei materiali a lunga consegna (stimate 9 tavole):

- Pareti bacino e gola in Elettrofuso
- Cordolo coprigiunto
- Suola in Elettrofuso e suola in Ersol 50 cast
- Copriferri e archi di infornaggio interni in elettrofuso
- Soprastrutture laterali in
- Muri di testata in elettrofuso (lato gola e lato torrini)
- Torrini e arco di penetrazione in elettrofuso
- Impilaggio (se previsto in elettrofuso)
- Canali
- Volta forno completa in silice

2) Disegni altri refrattari (stimate 14 tavole)

- Suole isolanti
- Suola in silico alluminoso
- Suola in sillimanite
- Suola di sicurezza in silicato di zirconio
- Isolamento pareti bacino e gola
- Isolamento soprastruttura
- Isolamento torrini
- Assieme rigeneratori viste e sezioni
- Condotto fumi

3.7. Carpenterie

È prevista la fornitura degli elaborati grafici (piante, sezioni e disegni di dettaglio) relativi alle carpenterie di:

- forno (banco, strutture di sostegno palizzata, sovrastrutture e gola)
- torrini e rigeneratori
- condotto fumi
- working end e canali

Sarà inoltre a ns. cura la progettazione dei praticabili necessari (bordo forno, camere, condotto fumi e di accesso agli impianti).

Vi saranno inoltre forniti:

- elenchi materiali suddivisi per disegno
- pianta carichi di fondazione
- relazione di calcolo della struttura metallica
- specifica tecnica dell'infornatrice
- specifica tecnica del canale vibrante

3.7.1. Sviluppo delle carpenterie metalliche

1) Disegni di assieme (stimate 25 tavole)

- Assieme carpenteria banco forno 1° e 2° orditura
- Assieme carpenteria banco forno 3° orditura
- Assieme carpenteria banco forno sez. longitudinale
- Assieme passerelle laterali forno, sotto torrini e laterali gola
- Assieme carpenteria gola
- Assieme soprastruttura forno sezione longitudinale
- Assieme soprastruttura forno sezioni trasversali
- Assieme pianta carpenteria di contenimento suole
- Assieme pianta carpenterie di contenimento pareti bacino
- Assieme pianta sostegno copriferri e dettagli
- Assieme pianta imposte volta forno e dettagli
- Assieme soprastruttura forno vista in pianta

- Assieme carpenterie torrini
- Assieme praticabile sotto forno a quota piano machine
- Ancoraggio montanti rigeneratori
- Assieme carpenterie rigeneratori sez. in pianta
- Assieme carpenterie rigeneratori sez. longitudinale e trasversali
- Assieme carpenterie rigeneratori viste
- Assieme praticabili rigeneratori
- Assieme praticabili laterali torrini
- Assieme carpenterie condotti fumi in pianta
- Assieme carpenterie condotti fumi viste e sezioni

2) Sviluppo dei particolari (stimate 68 tavole)

- Banco forno 3 tav.
- Soprastruttura forno 16 tav.
- Praticabili 18 tav.
- Torrini e supporto bruciatori 3 tav.
- Rigeneratori montanti 7 tav.
- Passerelle e orizzontamenti 16 tav.
- Portine di pulizia base camere 2 tav.
- Condotto fumi 3 tav.

3.8. Impianti meccanici

La progettazione sarà inerente agli impianti di seguito descritti e, per ogni impianto, comprenderà:

- definizione dei dati di base in collaborazione con i Vs. Tecnici
- P&I con dimensionamento di tutti i componenti
- disegni di lay-out e delle viste rappresentative
- data-sheets inerenti valvole, accessori ed equipments
- disegni costruttivi delle strutture metalliche principali di sostegno degli impianti

- *Nota: Si effettuerà l'analisi e la verifica dimensionale degli impianti esistenti per ottimizzare i costi.*
- *la nostra proposta prevedi di sviluppare la progettazione del forno 2 attenendosi alla Normativa 746/2.*

3.8.1. Combustione Forno

- P&I gruppi di riduzione pressione, misura e regolazione portata, inversione gas e inversione aria compressa di raffreddamento bruciatori
- P&I aria comburente
- Lay-out e viste
- Specifiche valvolame ed apparecchiature (bruciatori, ventilatori, ecc.…)

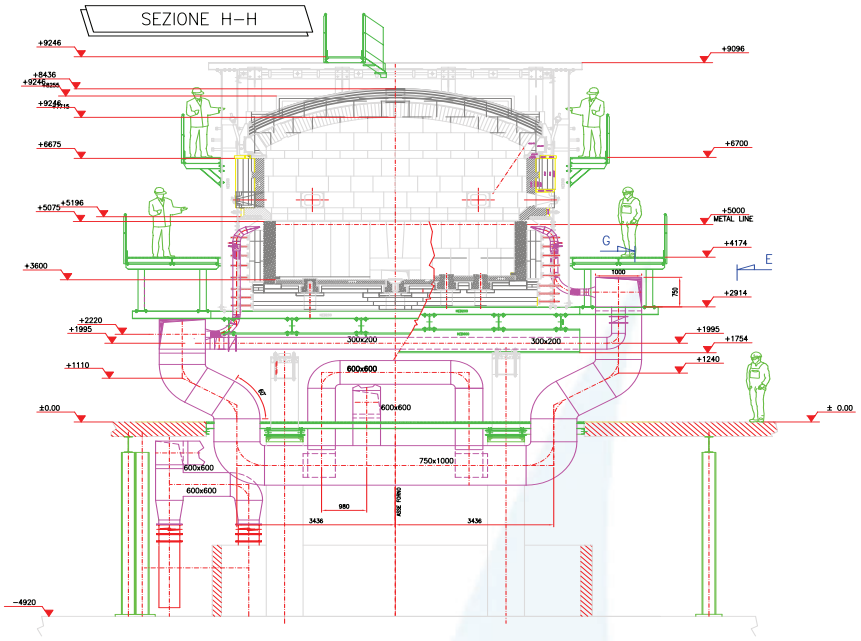
3.8.2. Raffreddamento Porta-elettrodi

- P&I circuito acqua di raffreddamento porta-elettrodi
- Lay-out posizionamento vasca ritorni
- Lay-out e viste tubazioni di distribuzione dell'acqua di raffreddamento

3.8.3. Raffreddamento Forno

Saranno progettati:

- P&I impianto aria ventilata di raffreddamento palizzata e gola
- Lay-out posizionamento ventilatori e relativi basamenti
- Lay-out e viste tubazioni di distribuzione dell'aria ventilata
- Pianta posizionamento diffusori (papere)
- Tavola con i dettagli costruttivi dei diffusori
- Specifiche tecniche dei ventilatori di raffreddamento della palizzata e della gola



3.9. Impianti elettrici e strumentali

La progettazione sarà inerente a:

- Forno (regolazione e controllo temperature e pressione)

Saranno a ns. carico le seguenti attività:

- definizione dei dati di base in collaborazione con i Vs. Tecnici
- disegni di lay-out e delle viste rappresentative degli impianti
- Lay out di posizionamento della strumentazione in campo
- definizione delle logiche di gestione, controllo ed automazione

3.10. Progettazione ciminiera di emergenza

- Progettazione strutturale e fluodinamica del camino
- dimensionamento eiettore e relativo Ventilatore

4. Valutazioni Energetiche

Si sono fatte alcune previsioni di consumo e di costo da fusione per tonnellata di vetro e, a seconda del tipo di vetro, il cavato futuro ottenibile.

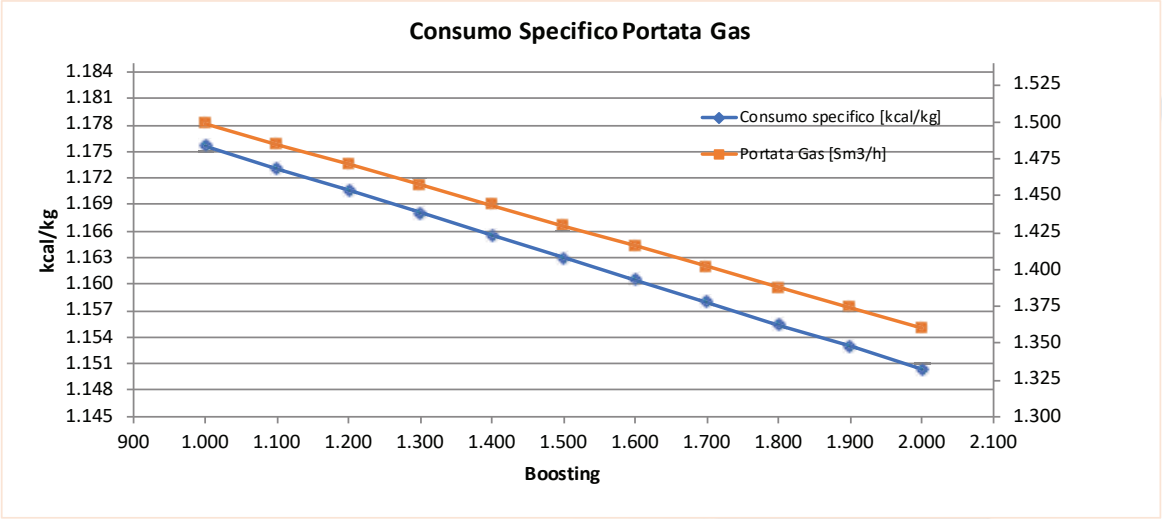
Le previsioni sono state svolte secondo vs. richieste su 3 tipi di produzione e sull'utilizzo del Boosting secondo diverse ipotesi:

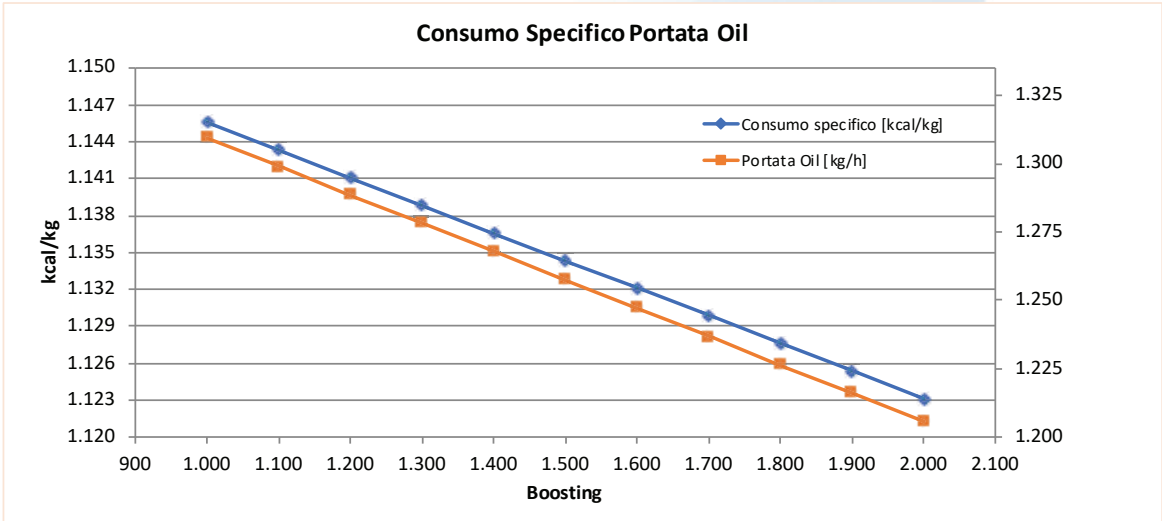
- VE dark green
- MB flint
- EB extra flint

Vetreria Etrusca Forno 2

Vetro	Extra Bianco
Cavato [t/giorno]	270
Cavato [Kg/h]	11.250
Eccesso O2 al torrino [%]	2
Rottame %	25
Umidità della miscela %	3,5
PCI Gas [kcal/Sm3]	8.250
PCI Oil [kcal/Kg]	9.600
Boosting [Mcal/h]	0,86

Boosting Kw	Consumo specifico [kcal/kg]	Portata Gas [Sm3/h]	Consumo specifico [kcal/kg]	Portata Oil [kg/h]
1.000	1.176	1.499	1.146	1.309
1.100	1.173	1.485	1.143	1.299
1.200	1.171	1.471	1.141	1.289
1.300	1.168	1.457	1.139	1.278
1.400	1.166	1.443	1.137	1.268
1.500	1.163	1.430	1.134	1.258
1.600	1.160	1.416	1.132	1.247
1.700	1.158	1.402	1.130	1.237
1.800	1.155	1.388	1.128	1.226
1.900	1.153	1.374	1.125	1.216
2.000	1.150	1.360	1.123	1.206

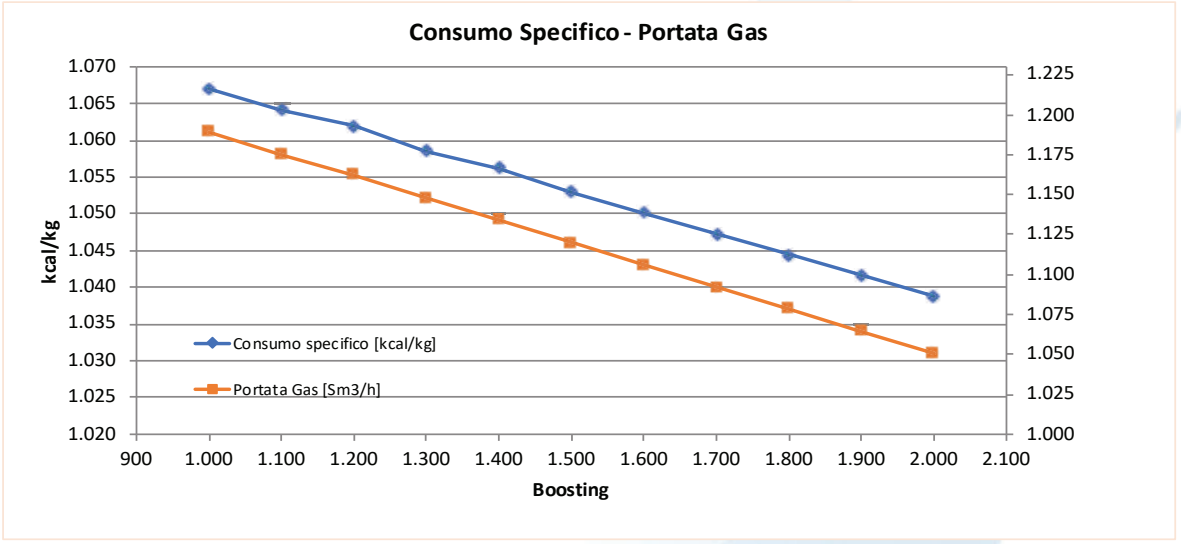


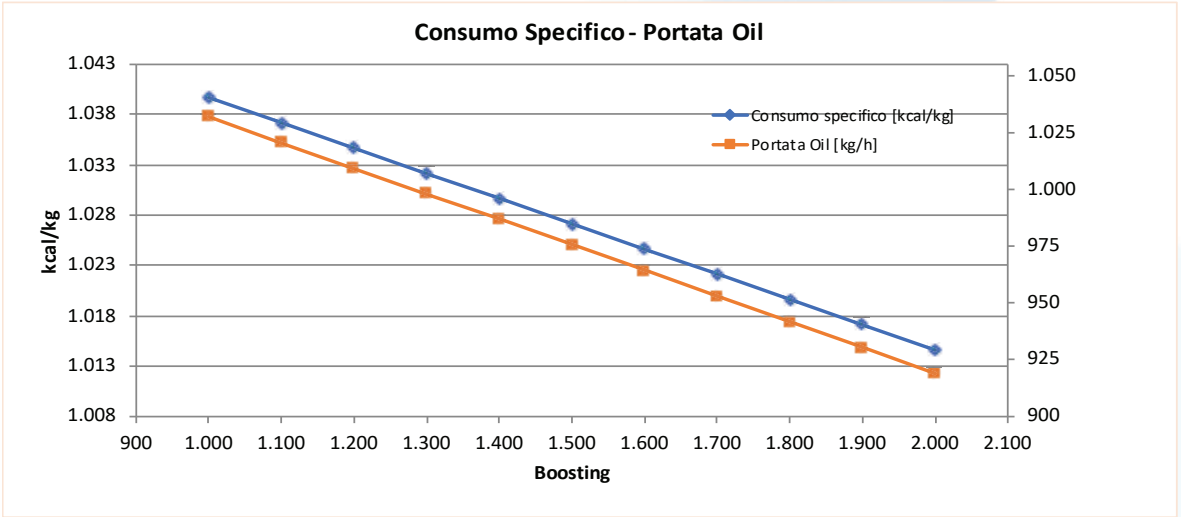


Vetreria Etrusca Forno 2

Vetro	Mezzo Bianco
Cavato [t/giorno]	240
Cavato [Kg/h]	10.000
Eccesso O2 al torrino [%]	2
Rottame %	70
Umidità della miscela %	3,5
PCI Gas [kcal/Sm3]	8.250
PCI Oil [kcal/Kg]	9.600
Boosting [Mcal/h]	0,86

Boosting Kw	Consumo specifico [kcal/kg]	Portata Gas [Sm3/h]	Consumo specifico [kcal/kg]	Portata Oil [kg/h]
1.000	1.067	1.189	1.040	1.032
1.100	1.064	1.175	1.037	1.021
1.200	1.062	1.162	1.035	1.009
1.300	1.059	1.148	1.032	998
1.400	1.056	1.134	1.030	987
1.500	1.053	1.120	1.027	975
1.600	1.050	1.106	1.025	964
1.700	1.047	1.092	1.022	953
1.800	1.044	1.078	1.020	942
1.900	1.042	1.065	1.017	930
2.000	1.039	1.051	1.015	919

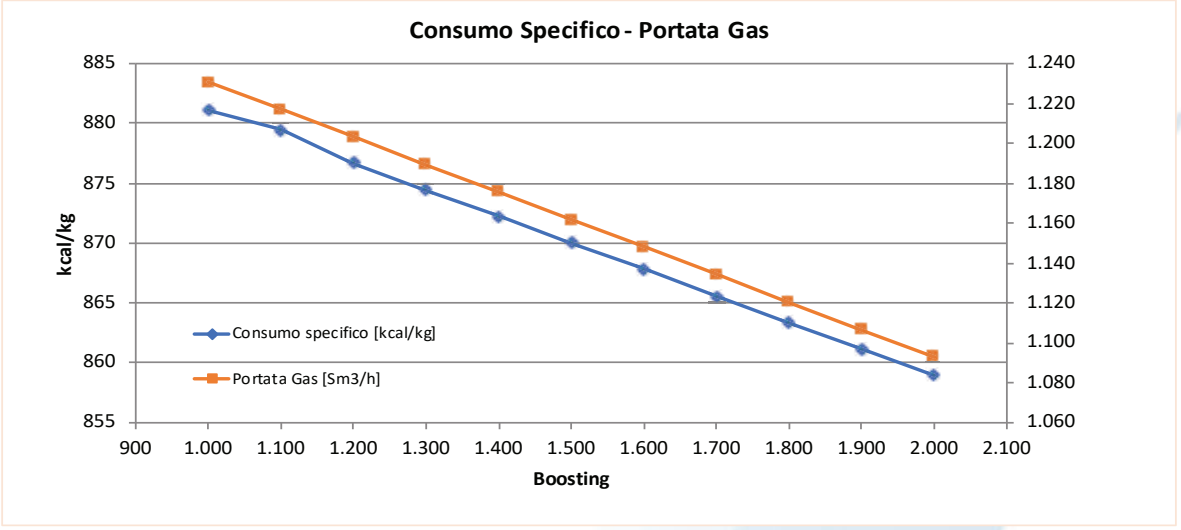


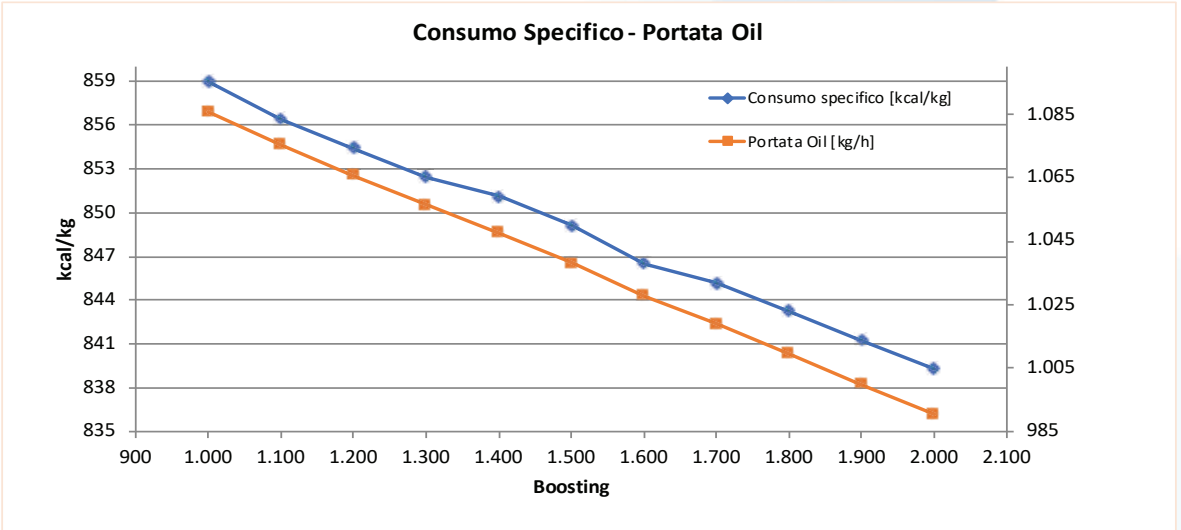


Vetreria Etrusca Forno 2

Vetro	Verde Etrusco
Cavato [t/giorno]	300
Cavato [Kg/h]	12.500
Eccesso O2 al torrino [%]	1,5
Rottame %	85
Umidità della miscela %	3,5
PCI Gas [kcal/Sm3]	8.250
PCI Oil [kcal/Kg]	9.600
Boosting [Mcal/h]	0,86

Boosting Kw	Consumo specifico [kcal/kg]	Portata Gas [Sm3/h]	Consumo specifico [kcal/kg]	Portata Oil [kg/h]
1.000	881	1.231	859	1.086
1.100	879	1.217	856	1.075
1.200	877	1.203	854	1.066
1.300	874	1.189	852	1.056
1.400	872	1.176	851	1.048
1.500	870	1.162	849	1.038
1.600	868	1.148	847	1.028
1.700	866	1.134	845	1.019
1.800	863	1.121	843	1.010
1.900	861	1.107	841	1.000
2.000	859	1.093	839	990





Documento firmato da:
LEANDRO GIORGIO
24.03.2023 14:03:27
UTC